



UNICEUB – CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA  
FATECS – FACULDADE DE TECNOLOGIA  
E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

RENATA PEREIRA DA ROCHA LEITE  
RA: 2016859/3

**INTERRUPTOR MÓVEL SEM FIO**

BRASÍLIA/DF  
2º SEMESTRE DE 2008

RENATA PEREIRA DA ROCHA LEITE

## **INTERRUPTOR MÓVEL SEM FIO**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/FATECS) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. José Julimá Bezerra Junior

BRASÍLIA/DF  
2º SEMESTRE DE 2008



RENATA PEREIRA DA ROCHA LEITE

## **INTERRUPTOR MÓVEL SEM FIO**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (Uni-CEUB/FATECS) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. José Julimá Bezerra Junior

Brasília, 03 de dezembro de 2008

### **Banca Examinadora**

---

#### **Coordenador do Curso**

Prof. Abiezer Amarília Fernandes

---

#### **Orientador**

Prof. José Julimá Bezerra Junior

---

#### **Examinador**

Prof. \_\_\_\_\_

---

#### **Examinador**

Prof. \_\_\_\_\_

---

#### **Examinador**

Prof. \_\_\_\_\_

*Dedico esse trabalho ao meu pai por ser um grande exemplo de bondade e inteligência, pelo apoio incondicional e pelas simples, mas essenciais brincadeiras que sempre implicaram em trocas, partilhas, confrontos e negociações, e com o apoio e dedicação da minha mãe, constituiu minha boa formação infantil, em todas as esferas: emocional, intelectual, social e física. A quem injustamente foi diagnosticado um mal, o privando a anos de vários hábitos que faziam parte de sua personalidade, ao custo de severas consequências, mas que com nosso carinho, não se cansará de lutar para permanecer apoiando a família sempre.*

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus que abriu meus olhos para as oportunidades e sempre me mostrou o melhor o caminho.

Aos meus pais Sérgio e Nice pelas idéias e apoio nas dificuldades encontradas.

Ao Professor orientador José Julimá pela orientação e cobrança em todas as etapas do projeto.

Ao Professor da Disciplina Francisco Javier pelo acompanhamento e incentivo.

A minha amiga Juliana pelo incentivo e apoio incondicional.

A minha amiga Flávia pelos ensinamentos em oratória e escrita.

A meu marido Márcio pela paciência, compreensão e dedicação.

"No meio de qualquer dificuldade  
encontra-se a oportunidade."  
Albert Einsten

## RESUMO

A motivação para a realização deste projeto surgiu diante da necessidade observada em algumas reformas que levam a troca dos interruptores de parede, pois esses podem ficar atrás das portas de acesso aos quartos. Com o intuito de evitar que partes das paredes sejam destruídas para efetuar a mudança da fiação elétrica, elaborou-se um interruptor móvel que se comunica com o interruptor de parede, utilizando tecnologia sem fio, sendo capaz de ligar e desligar a luz elétrica à distância de 52 metros, a fim de diminuir o custo da reforma significativamente. O projeto é composto por um adaptador acoplado ao interruptor de parede e um interruptor móvel. O adaptador é formado por um dispositivo eletrônico e tecnologia sem fio, com a função de estabelecer a comunicação para receber o comando de fechar a interrupção da fase. O interruptor móvel também formado por um dispositivo eletrônico e tecnologia sem fio, tem a função de enviar o comando para acionar o adaptador do interruptor de parede original, além de receber o retorno com a sinalização para indicar se a fase está aberta ou fechada. Os dispositivos possuem certo nível de inteligência para fechar a comunicação entre eles e assim, tentar evitar que um outro dispositivo com a mesma tecnologia sem fio possa interferir na comunicação entre os interruptores.

### **Palavras chave:**

Interruptor móvel. Tecnologia sem fio. Luz elétrica. Interruptor de Parede.

## **ABSTRACT**

The motivation for the achievement of this project was born from the need observed in some reforms that leads to an exchange of wall switches, because these may be behind the access doors of rooms. In order to avoid that parts of the walls are destroyed to make the change in electrical wiring, prepared one mobile switch be able to communicate with the wall switch, using wireless technology, being able to turn on and off the electric light at distance of 52 meters, declined to reduce significantly the cost of reform. This project consists of a host adapter on the wall switch and a mobile switch. The adapter consists of an electronic device and wireless technology, with the task of establishing communication to receive the command to close the interruption of the wire that supplies power. The mobile switch, also formed by a electronic dispositive and wireless technology, has the function to send a joint command to trigger the adapter of the original wall switch, in addition to receiving the rearound with signs to indicate whether the interruption on the wire that supplies power is open or closed. These dispositives possess certain level of intelligence to close the communication between them and try to prevent that another device with the same wireless technology could interfere in the communication between the switches.

### **Key words:**

Mobile switch. Wireless technology. Electric light. Wall switch.

# SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS .....	XI
LISTA DE EQUAÇÕES .....	XII
Capítulo 1 – Introdução .....	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Objetivo Geral .....	1
1.3 Objetivos Específicos.....	2
Capítulo 2 – Referencial Teórico .....	4
2.1 Transmissão sem fio .....	4
2.2 Transmissão via rádio .....	7
2.3 Transmissor TX-C1 .....	8
2.4 Receptor RX-D1 .....	9
2.5 Codificador MC145026.....	10
2.6 Decodificador MC145027 .....	12
2.7 Acoplador Ótico.....	16
2.8 Relé.....	17
2.9 Circuito integrado NE555 .....	18
2.10 Inversor .....	20
Capítulo 3 – Implementação do Interruptor móvel sem fio .....	21
3.1 O Hardware .....	21
3.2 Testes de distância .....	28
3.3 Outras simulações.....	29
3.4 Circuitos concluídos .....	32
Capítulo 4 – Considerações Finais.....	38
Anexo I – Datasheet do Transmissor TX-C1 .....	40
Anexo II – Datasheet do Receptor RX-D1 .....	37
Anexo III – Datasheet do Codificador MC145026 e do Decodificador MC145027 .....	40
Anexo IV – Datasheet do Acoplador Ótico TIL113 .....	61
Anexo V – Datasheet do NE555.....	70
Anexo VI – Datasheet do CD4069UB.....	81
Anexo VII – Datasheet do Potenciômetro 3006P .....	88
Anexo VIII – Datasheet do Reed Switch.....	90

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

Hz – Hertz, unidade de frequência

V – Volts, unidade de tensão elétrica

A – Ampere, unidade de corrente elétrica

$\Omega$  - Ohm, unidade de resistência elétrica

CI – Circuito integrado

LED – Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)

GND – Ground (Terra)

VCC – Voltagem Corrente Contínua

AM – Modulação em Amplitude

bps – Bits por segundo

RF – Radiofrequência



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comunicação do interruptor móvel com o interruptor de parede .....	2
Figura 2 - Esquema simplificado dos dispositivos .....	3
Figura 3 - Espectro eletromagnético .....	4
Figura 4 - Técnicas de modulação .....	5
Figura 5 - (a) Faixas VLF, LF e MF. (b) Bandas HF e VHF.....	7
Figura 6 – Transmissor TX-C1 .....	8
Figura 7 – Pinos do transmissor TX-C1.....	8
Figura 8 – Antena simples .....	9
Figura 9 – Receptor RX-D1 .....	9
Figura 10 – Pinos do receptor RX-D1 .....	10
Figura 11 – Codificador MC145026 .....	10
Figura 12 – Pinos do codificador MC145026 .....	11
Figura 13 – Decodificador MC145027 .....	12
Figura 14 – Pinos do decodificador MC145027.....	13
Figura 15 - Fluxo do decodificador.....	15
Figura 16 – Acoplador ótico TIL 113.....	16
Figura 17 – Pinos do acoplador ótico TIL 113 .....	16
Figura 18 – Relé monoestável.....	17
Figura 19 – Pinos do relé monoestável .....	17
Figura 20 – Circuito integrado NE555.....	18
Figura 21 – Pinos do circuito integrado NE555 .....	18
Figura 22 – NE555 em modo monoestável.....	19
Figura 23 – NE555 em modo astável .....	19
Figura 24 – Circuito Inversor CD4069UB .....	20
Figura 25 – Pinos do inversor CD4069UB .....	20
Figura 26 – Pinos de endereço e TE .....	21
Figura 27 – Pinos dos bits de dados.....	22
Figura 28 – Transmissão e recepção da informação de comando.....	24
Figura 29 – Tratamento da informação de ligar a luz.....	25
Figura 30 – Potenciômetro 3006P.....	26
Figura 31 - Transmissão da informação de retorno .....	27
Figura 32 – Recepção e tratamento da informação de retorno .....	28
Figura 33 – Teste de distância .....	29
Figura 34 – Teste com fio de cobre .....	30
Figura 35 – Reed Switch.....	30
Figura 36 – (a) Chave aberta. (b) Chave Fechada.....	31
Figura 37 – O Reed Switch como componente do projeto .....	31
Figura 38 – Tentativa de aumentar o campo, enrolando o Neutro como uma bobina.....	32
Figura 39 – O projeto concluído .....	33
Figura 40 – Circuito do Interruptor móvel .....	34
Figura 41 – Circuito acoplado ao interruptor de parede .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das frequências .....	7
Tabela 2 - Tabela de frequência de oscilação do codificador .....	23
Tabela 3 - Tabela de frequência de oscilação do decodificador .....	25
Tabela 4 – Decodificador e Receptor do Interruptor móvel .....	36
Tabela 5 – Codificadores e Emissor do Interruptor móvel .....	36
Tabela 6 – Decodificador e Receptor do Interruptor de parede .....	36
Tabela 7 – Componentes para fechar a fase do Interruptor de parede .....	37
Tabela 8 – Componentes para envio do pulso em baixo (0) a fim de acionar os codificadores de retorno do Interruptor de parede .....	37

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Cálculo do comprimento da antena.....	8
Equação 2 – Calculo do comprimento de onda.....	9
Equação 3 – Freqüência do oscilador .....	12
Equação 4 – Constante de tempo $R1 \times C1$ .....	13
Equação 5 – Constante $R2 \times C2$ .....	14

# Capítulo 1 – Introdução

Este projeto consiste em elaborar um interruptor móvel que se comunica com o interruptor de parede, utilizando tecnologia sem fio, sendo capaz de ligar e desligar a luz elétrica à distância de até 52 metros, a fim de diminuir o custo da reforma significativamente. O projeto é composto por um adaptador acoplado ao interruptor de parede e um interruptor móvel. O adaptador é formado por um dispositivo eletrônico e tecnologia sem fio, com a função de estabelecer a comunicação para receber o comando de fechar a interrupção da Fase. O interruptor móvel também formado por um dispositivo eletrônico e tecnologia sem fio, tem a função de enviar o comando para acionar o adaptador do interruptor de parede original, além de receber o retorno com a sinalização para indicar se a fase está aberta ou fechada. Os dispositivos possuem certo nível de inteligência para fechar a comunicação entre eles e assim, tentar evitar que outro dispositivo com a mesma tecnologia sem fio possa interferir na comunicação entre os interruptores.

## 1.1 Motivação

A motivação para a realização deste projeto surgiu a partir de reformas residenciais, quando há necessidade de trocar os interruptores de parede, que após a reforma, ficariam atrás das portas de acesso aos quartos.

Assim, este projeto foi elaborado com o intuito de não precisar quebrar parte das paredes para efetuar a mudança da fiação elétrica.

## 1.2 Objetivo Geral

Elaborar um interruptor móvel que se comunica com o interruptor de parede, utilizando tecnologia sem fio, conforme a figura 1, sendo capaz de ligar e desligar a energia elétrica à distância de até 52 metros, a fim de diminuir o custo de reformas significativamente.

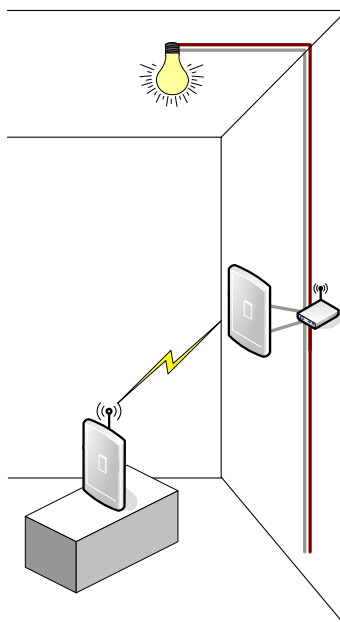


Figura 1 - Comunicação do interruptor móvel com o interruptor de parede

Fonte: Arquivo pessoal

### 1.3 Objetivos Específicos

Os dispositivos deverão possuir certo nível de inteligência para fechar a comunicação entre eles, tentando evitar que qualquer outro dispositivo com a mesma tecnologia sem fio possa interferir na comunicação entre os interruptores.

Tratar o retorno no interruptor móvel, com a sinalização para indicar se a fase está aberta ou fechada, visto na figura 2.

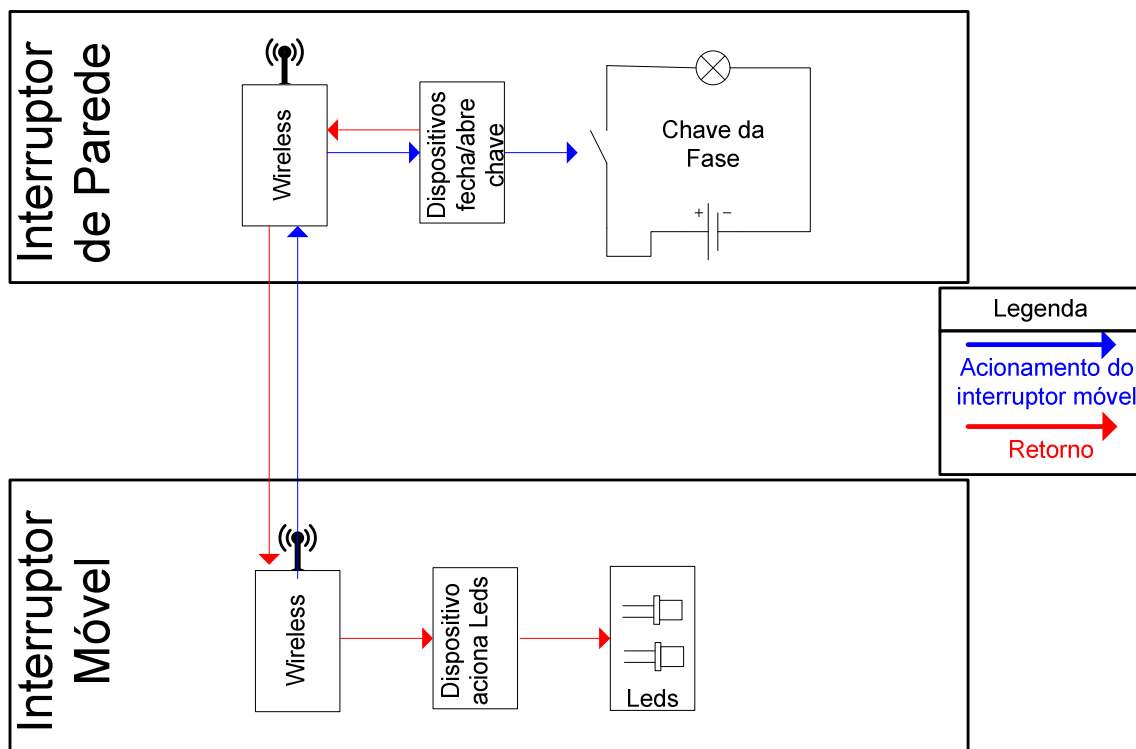


Figura 2 - Esquema simplificado dos dispositivos

Fonte: Arquivo pessoal

## Capítulo 2 – Referencial Teórico

Neste capítulo é feita uma breve descrição da teoria relacionada a este projeto. O item 2.1 refere-se à transmissão sem fio, o 2.2 à transmissão via rádio, o 2.3 ao transmissor TX-C1, o 2.4 ao receptor RX-D1, o 2.5 ao codificador MC145026, o 2.6 ao decodificador MC145027, o 2.7 ao acoplador ótico, o 2.8 ao relé, o 2.9 ao circuito integrado NE555 e o 2.10 ao inversor.

### 2.1 Transmissão sem fio

A moderna comunicação digital sem fio começou nas ilhas havaianas, onde os usuários eram separados pelo oceano pacífico e o sistema telefônico se mostrava totalmente deficiente [1]. Percebe-se, dessa forma, que as dificuldades para instalar cabos devido a obstáculos geográficos, financeiros ou até mesmo estéticos exigem cada vez mais a utilização de comunicação sem fio. Há quem acredita que, no futuro, haverá apenas dois tipos de comunicação: as comunicações por fibra e as sem fio [1].

O rádio, a microonda, o infravermelho e os trechos luminosos do espectro eletromagnético mostrado na figura 3 podem ser usados na transmissão de informações [1].

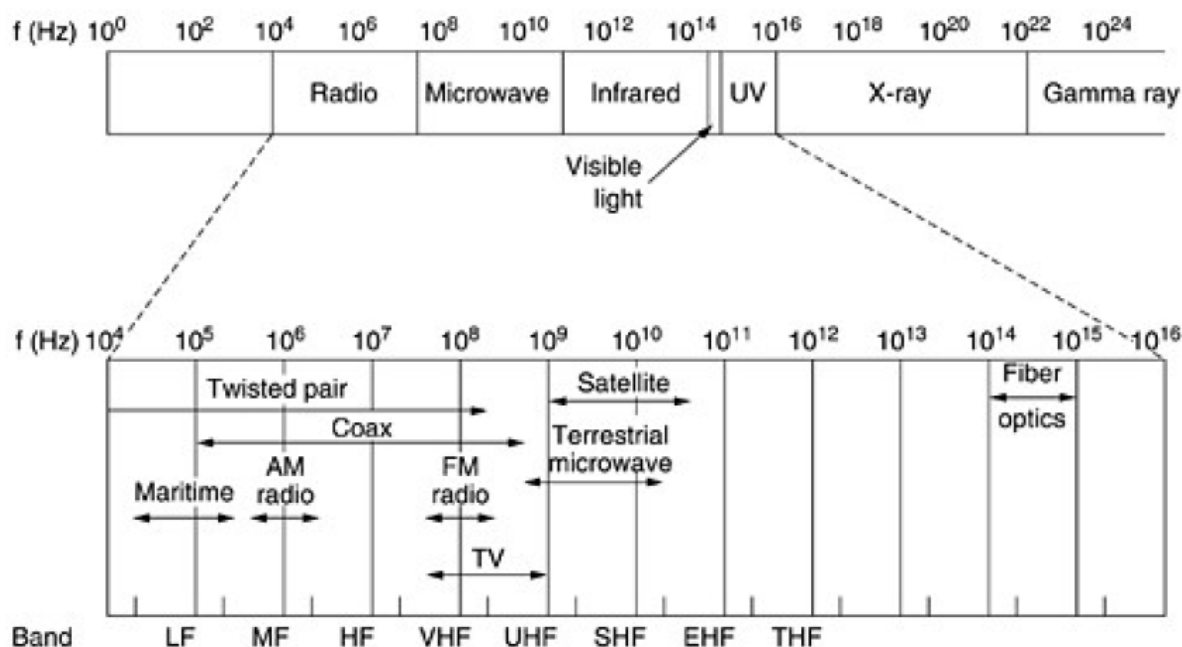


Figura 3 - Espectro eletromagnético

Fonte: [1]

A movimentação dos elétrons cria as ondas eletromagnéticas que podem se propagar através do espaço livre, incluindo o vácuo [1].

As ondas eletromagnéticas foram previstas pelo físico inglês James Clerk Maxwell em 1865 e produzidas e observadas pela primeira vez pelo físico alemão Heinrich Hertz em 1887 [1].

O número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética é chamado de frequência e é medida em Hz (em homenagem a Heinrich Hertz) [1].

Nas transmissões sem fio, a informação é adicionada a ondas eletromagnéticas através do processo chamado de modulação. A modulação é a modificação de uma das variáveis da onda portadora, seja sua amplitude, frequência ou fase. As técnicas mais conhecidas são a AM (Amplitude Modulation) onde a amplitude do sinal da portadora varia em função da informação que se deseja transportar e a FM (Frequency Modulation) onde quem varia é a frequência em função da informação [4].

No caso específico do sinal modulador ser um sinal digital, essas técnicas tomam as seguintes denominações: Modulação por Chaveamento de Amplitude (Amplitude Shift Keying - ASK), Modulação por Chaveamento da Frequência (Frequency Shift Keying - FSK) e Modulação por Chaveamento de Fase (Phase Shift Keying - PSK) [4].

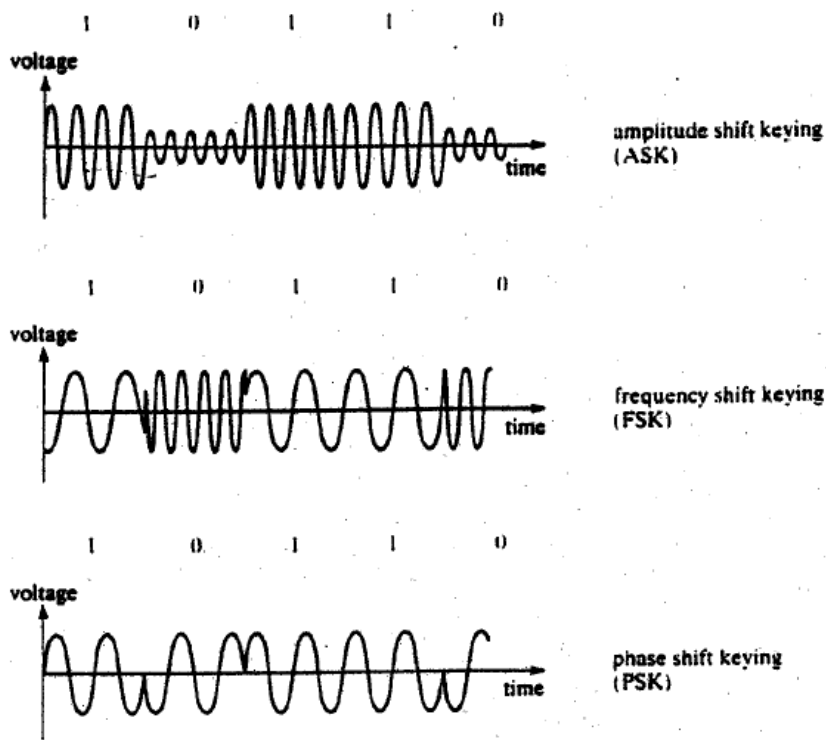


Figura 4 - Técnicas de modulação

Fonte: [4]



Na modulação ASK, há variação na amplitude da onda e as características principais são a facilidade de implementação e o baixo custo. Na modulação FSK, em que ocorre variação na frequência, a principal vantagem é a alta imunidade a ruídos, garantindo transmissões de alta qualidade; enquanto que, na modulação PSK, variação da fase da onda, a maior vantagem é a apresentação das maiores taxas de transmissão [4].

Quando se instala uma antena com o tamanho apropriado em um circuito elétrico, as ondas eletromagnéticas, que contém as informações moduladas, podem ser transmitidas e recebidas com eficiência por um receptor localizado a certa distância. Toda a comunicação sem fio é baseada nesse princípio [1].

## 2.2 Transmissão via rádio

As ondas de rádio são onidirecionais, ou seja, elas percorrem todas as direções a partir da origem [1]. Dessa maneira, o transmissor e o receptor não precisam estar fisicamente alinhados para que a comunicação ocorra.

As propriedades das ondas de rádio dependem da frequência. As ondas de rádio podem ser detectadas dentro de um raio de mil quilômetros nas frequências mais baixas, mas nas mais altas, esse raio de ação é bem menor [7]. As faixas de frequência são classificadas em:

Frequência	Descrição
300Hz - 3KHz	Extremely Low Frequency (ELF) - Frequência Extremamente Baixa
3KHz - 30KHz	Very Low Frequency (VLF) - Frequência Muito Baixa
30KHz - 300KHz	Low Frequency (LF) - Frequência Baixa
300KHz - 3MHz	Médium Frequency (MF) - Frequência Média
3MHz - 30MHz	High Frequency (HF) - Frequência Alta
30MHz - 300MHz	Very High Frequency (VHF) - Frequência Muito Alta
300MHz - 3GHz	Ultra High Frequency (UHF) - Frequência Ultra Alta
3GHz - 30GHz	Super High Frequency (SHF) - Frequência Super Alta
30GHz - 300GHz	Extremely High Frequency (EHF) - Frequência Extremamente Alta

Tabela 1 – Classificação das frequências

Fonte: [7]

Nas faixas VLF, LF e MF, as ondas de rádio se propagam em nível do solo, já as bandas HF e VHF, as ondas em nível do solo tendem a ser absorvidas pela terra, mas em determinadas condições atmosféricas, esse sinais alcançam a ionosfera (camada de partículas carregadas que giram em torno da terra a uma altura de 100 a 500 km), são refratadas e enviadas de volta à terra, podendo ricochetear várias vezes, deixando essas faixas ideais para conversas de longa distância [1].

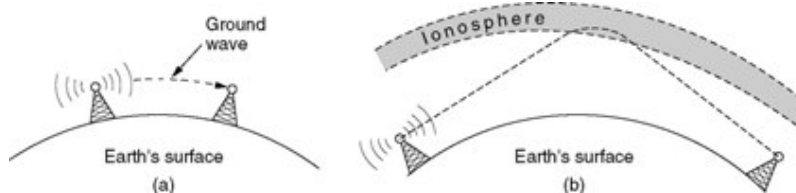


Figura 5 - (a) Faixas VLF, LF e MF. (b) Bandas HF e VHF.

Fonte: [1]

Devido à capacidade que as rádios têm de percorrer longas distâncias, a interferência entre os usuários é um problema. Por essa razão, todos os governos exercem um rígido controle sobre os transmissores de rádio [1].

## 2.3 Transmissor TX-C1

O radio transmissor converte sinais sonoros, analógicos ou digitais em ondas eletromagnéticas, enviando-os para o espaço através de uma antena transmissora, para serem recebidos por um radio receptor, por exemplo, emissoras de AM, FM.

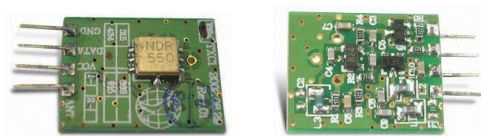


Figura 6 – Transmissor TX-C1

Fonte: Arquivo pessoal

O TXC1 é um módulo transmissor ASK (modulação com variação na amplitude da onda). O TXC1 é projetado especificamente para controle-remoto, mouse sem fio, carro e sistema de alarme que funcionem em 315MHz ou 434MHz (UHF).

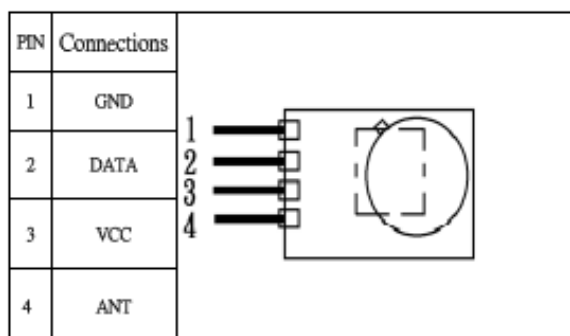


Figura 7 – Pinos do transmissor TX-C1

Fonte: Anexo I – Datasheet do Transmissor TX-C1

O pino 1 do TXC1 deve ser ligado ao GND (terra), enquanto o pino 3 ao Vcc (fonte positiva) que para acionamento do componente deve ser de 3V.

Os dados a serem enviados por ondas de rádio devem ser inseridos no pino 2 já modulados e no pino 4, a antena para o efetivo envio das ondas. A antena, segundo o fabricante deve ter 22,6cm para o componente de 315 MHz ou 17,2 cm para o de 434 MHz. O que poderia ser calculado pela fórmula:

$$\text{Antena (cm)} = 7500 / \text{frequência (MHz)}$$

Equação 1 – Cálculo do comprimento da antena

Fonte: [8]

A fórmula acima é para a mais simples antena, como mostra a figura 8. Esta antena é um fio de um quarto do comprimento de onda que fica acima do solo.

O comprimento de onda é a distância que a onda de rádio viaja durante um ciclo completo da onda. Este comprimento é inversamente proporcional para a frequência e pode ser calculado por:

$$\text{Onda (cm)} = 30000 / \text{frequência (MHz)}$$

Equação 2 – Cálculo do comprimento de onda

Fonte: [8]

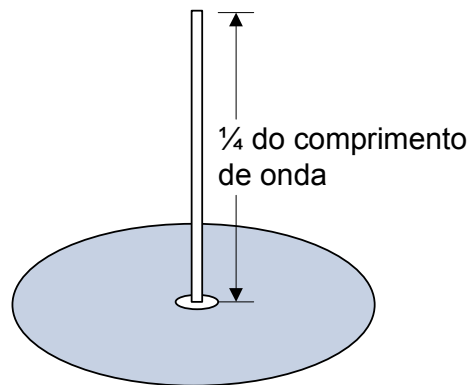


Figura 8 – Antena simples

Fonte: Arquivo pessoal

Os exemplos mais comuns desta antena são encontrados em peças para automóveis, utilizadas para radiodifusão, rádio amador e até mesmo para telefones celulares. Sua concepção remonta aos anos de 1890 quando Marconi definiu-se para provar que sinais de rádio poderiam percorrer longas distâncias. Para ser bem sucedido, ele teve de esticar um longo fio acima do solo [8].

## 2.4 Receptor RX-D1

A função do receptor de rádio é converter sinais eletromagnéticos recebidos do espaço, captados pela antena, transformando-os em ondas sonoras, sinais digitais e/ou analógicos. A televisão e o rádio automotivo, por exemplo, são receptores.

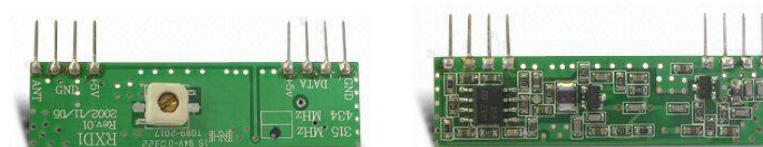


Figura 9 – Receptor RX-D1

Fonte: Arquivo pessoal

O RXD1 é um módulo receptor miniatura que recebe sinal como uma chave on-off para iniciar a transmissão. O RXD1 é projetado especificamente para um controle-remoto e receptor sem fio de segurança que operam em 315MHz ou 434MHz (UHF).

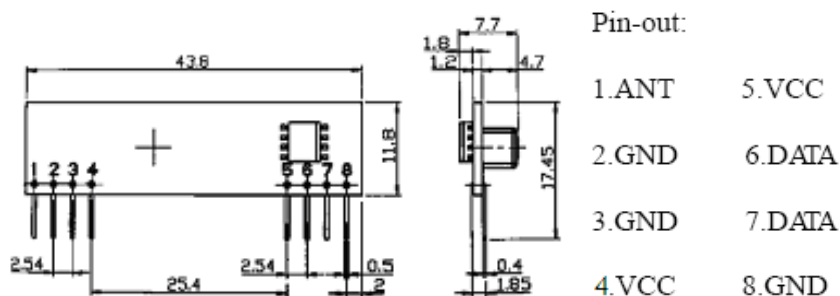


Figura 10 – Pinos do receptor RX-D1

Fonte: Anexo II – Datasheet do Receptor RX-D1

Os pinos 2, 3 e 8 do RXD1 deve ser ligado ao GND (terra), enquanto os pino 4, 5 ao Vcc (fonte positiva) que para acionamento do componente deve ser de 3V.

Os dados a serem recebidos através das ondas de rádio serão transmitidos nos pinos 6 e 7 para que sejam decodificados. No pino 1, a antena para o efetivo envio das ondas.

A antena, segundo o fabricante deve ter 22,6cm para o componente de 315 MHz ou 17,2 cm para o de 434 MHz.

## 2.5 Codificador MC145026

Este dispositivo é projetado para ser usado como codificador em aplicações de controle remoto.

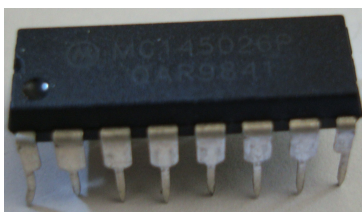


Figura 11 – Codificador MC145026

Fonte: Arquivo pessoal

O MC145026 codifica nove linhas de informação, 5 referentes ao endereço e 4 de dados, e envia esta informação serialmente no momento da recepção de um pulso no pino TE. Por segurança, os 4 bits de dados são transmitidos 2 vezes por codificação.

O endereço e os dados são codificados e enviados seriadamente pelo codificador através do pino Dout.

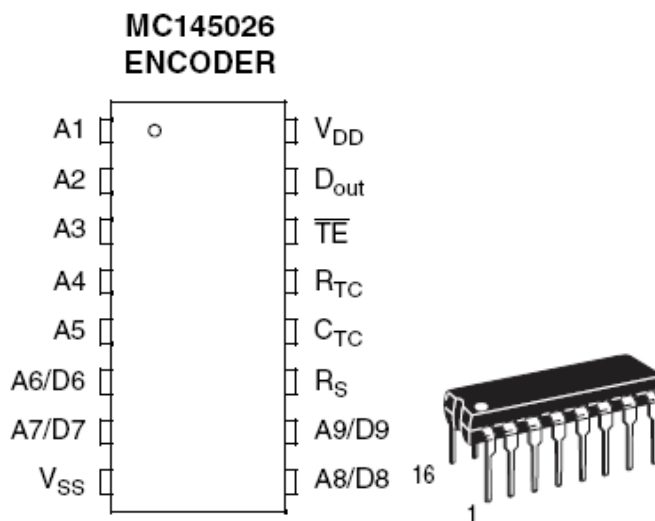


Figura 12 – Pinos do codificador MC145026

Fonte: Anexo III – Datasheet do Codificador MC145026

Os pinos A1, A2, A3, A4 e A5 são os de endereço. O endereço do codificador deve ser o mesmo do decodificador o qual o sinal serial deve ser recebido.

É possível usar os pinos A1, A2, A3, A4, A5, D6, D7, D8 e D9 para endereço, mas nesse projeto, apenas os pinos A1, A2, A3, A4 e A5 são usados como endereço. Dessa forma se forem usados como trinários (baixo, alto e aberto) existem 243 endereços possíveis, e se forem como binários (baixo, alto) podem ser combinados 32 endereços, que é o caso desse projeto.

Pinos D6, D7, D8 e D9 são os de dados. Esses pinos são usados como quatro bits de dados binários (baixo, alto), podendo ser qualquer combinação entre as 16 possíveis.

TE (Transmit Enable) ativa a Transmissão quando uma entrada baixa (0) é forçada, ou seja, quando o usuário pressiona o botão fechando a ligação desse pino com o terra (0).

Dout é a saída do codificador que apresenta os dados seriadamente.

Vss (Fonte de força negativa) é geralmente o pino terra, já o pino Vdd (Fonte de força positiva) é a alimentação pino, as vezes chamado de Vcc.

$R_{TC}$ ,  $C_{TC}$  e  $R_S$  são referentes ao oscilador do codificador. Este oscilador opera em uma frequência determinada, ou seja:

$$f \approx \frac{1}{2.3 R_{TC} C_{TC'}} \quad (\text{Hz})$$

for  $1 \text{ kHz} \leq f \leq 400 \text{ kHz}$

Onde:

$$C_{TC'} = C_{TC} + C_{\text{layout}} + 12 \text{ pF}$$

$$R_S \approx 2 R_{TC}$$

$$R_S \geq 20 \text{ k}$$

$$R_{TC} \geq 10 \text{ k}$$

$$400 \text{ pF} < C_{TC} < 15 \text{ }\mu\text{F}$$

Equação 3 – Frequência do oscilador

Fonte: Anexo III – Datasheet do Codificador MC145026

O valor para o  $R_S$  deve ser escolhido para ser maior ou igual a 2 vezes o valor de  $R_{TC}$ . Esse intervalo garante que a corrente através da  $R_S$  é insignificante em comparação com a corrente através da  $R_{TC}$ .

O limite máximo para  $R_S$  deve assegurar que a  $R_S \times 5 \text{ pF}$  (input capacitância) é pequena em relação a  $R_{TC} \times C_{TC}$ .

A frequência mínima recomendada oscilação deste circuito é 1 kHz. Susceptibilidade ao ruído externo podem ocorrer por frequência inferior a 1 kHz e / ou quando são utilizadas resistências superiores a 1 M $\Omega$ .

## 2.6 Decodificador MC145027

Este dispositivo é projetado para ser usado como decodificador em aplicações de controle remoto.

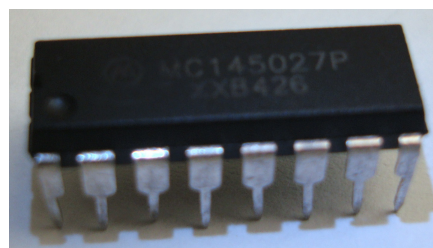


Figura 13 – Decodificador MC145027

Fonte: Arquivo pessoal

O MC145027 decodificador recebe o sinal serial e interpreta cinco primeiros dígitos como endereço. O restante da informação serial é interpretado como quatro bits de dados.

O pino VT ativo indica que as informações da saída dos pinos de dados foram atualizadas, mas ele é ativado apenas quando duas condições estão preenchidas:

- Primeiro, o endereço recebido do codificador devem corresponder tanto ao último endereço recebido, quanto ao endereço local do decodificador;
- Em segundo lugar, os 4 bits de dados devem combinar com os últimos dados válidos recebidos.

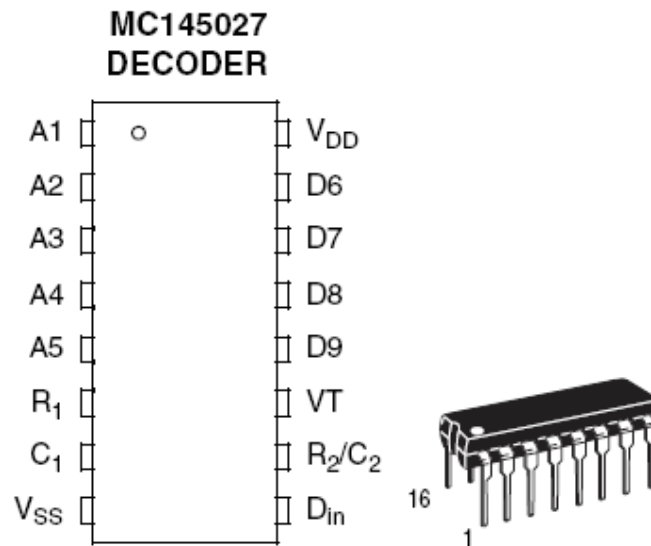


Figura 14 – Pinos do decodificador MC145027

Fonte: Anexo III – Datasheet do Decodificador MC145027

Os pinos A1, A2, A3, A4 e A5 são os de endereço. Os estados desses pinos devem corresponder aos endereços do codificador para o pino VT para ir alta. O endereço local pode ser codificado com dados trinários ou binários.

O D6, D7, D8 e D9 apresentam as informações binárias que estão inseridas no codificador através dos pinos de mesmo nome. Apenas dados binários são reconhecidos.

Din é o pino de entrada de dados seriais para o decodificador.

R1 e C1 aceitam um resistor e capacitores que são utilizados para determinar se uma margem estreita de pulso ou de largura de pulso foi recebida. A constante de tempo  $R1 \times C1$  deve ser ajustada para 1,72 períodos do relógio do codificador:

$$R1 \ C1 = 3.95 \ RTC \ CTC$$

Equação 4 – Constante de tempo  $R1 \times C1$

Fonte: Anexo III – Datasheet do Decodificador MC145027



Pino R2/C2 aceita um resistor e capacitores que são usados para detectar tanto o final de uma informação quanto o final da transmissão. O tempo constante  $R2 \times C2$  deverá ser 33,5 períodos do relógio do codificador, conforme equação 3.

$$R2 C2 = 77 RTC CTC$$

Equação 5 – Constante  $R2 \times C2$

Fonte: Anexo III – Datasheet do Decodificador MC145027

Este tempo é constantemente utilizado para determinar se o pino Din manteve-se em baixa até o fim de transmissão.

A saída VT (transmissão válida) recebe alta, após a segunda informação de uma seqüência, quando estão reunidas as condições seguintes:

1. Os endereços recebidos em ambas as informações batem com os endereços do decodificador, e
2. Os bits de dados recebidos em ambas as palavras correspondem.

Esse pino VT permanece alto(1) até que um desencontro é recebido ou não haja mais sinal de entrada.

Vss (Fonte de força negativa) é geralmente o pino terra, já o pino Vdd (Fonte de força positiva) é a alimentação pino, as vezes chamado de Vcc.

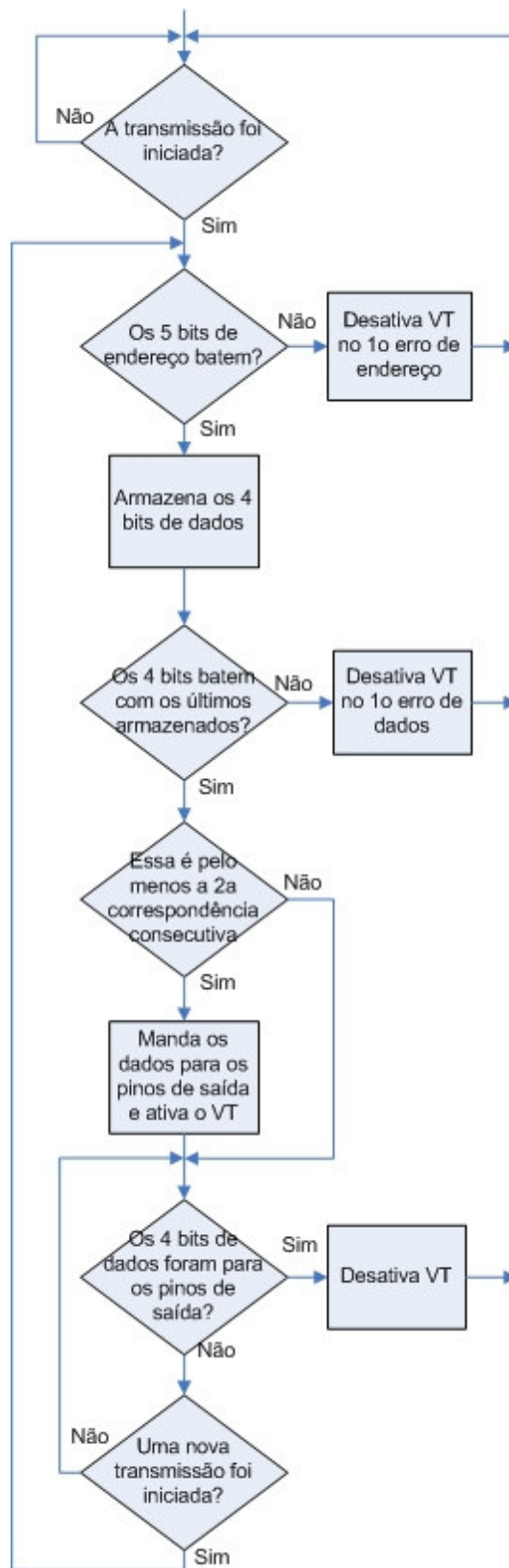


Figura 15 - Fluxo do decodificador

Fonte: Arquivo pessoal

## 2.7 Acoplador Ótico

O acoplador ótico, também chamado de fotoacoplador, optoacoplador ou optoisolador, é um componente formado basicamente por um LED e um fototransistor, com a função de transferir uma informação elétrica entre os dois através de luz, ou seja, sem contato elétrico entre eles.

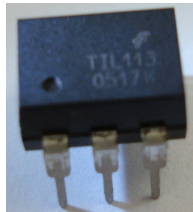


Figura 16 – Acoplador ótico TIL 113

Fonte: Arquivo pessoal

Aplicando uma tensão nos pinos do LED, este acende e a luz polariza a base do fototransistor interno. Conforme nomenclatura dos pinos na figura 17, o pino anodo do LED deve ser ligado em alta(1) e o catodo em baixa (0). Desta forma, o fototransistor conduz e faz a corrente circular por outro circuito isolado eletricamente.

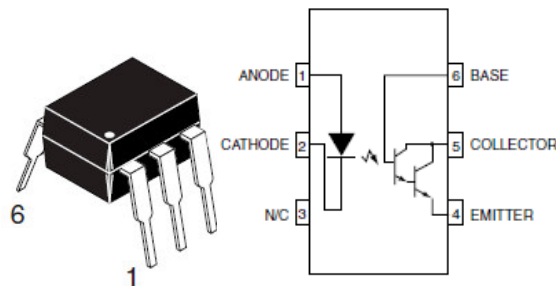


Figura 17 – Pinos do acoplador ótico TIL 113

Fonte: Anexo IV – Datasheet do Acoplador Ótico TIL113

Um foto-transistor é um transistor, cujo conjunto coletor-base fica exposto à luz. O foto-transistor, ao ser iluminado com um feixe de luz, faz com que conduza corrente elétrica entre seu coletor-emissor, enviando um sinal para o outro circuito.

Existem vários tipos de fotoacopladores, alguns com dois LEDs e dois fototransistores (duplo), outros ainda mais complexos, contendo muitos componentes no interior do componente, mas para esse projeto é utilizado o TIL113, que possui apenas um LED e um fototransistor.

## 2.8 Relé

O relé é um dispositivo elétrico destinado a produzir modificações súbitas e predefinidas em um ou mais circuitos elétricos de saída, quando certas condições são satisfeitas nos circuitos de entrada que controlam o dispositivo [5].



Figura 18 – Relé monoestável

Fonte: Arquivo pessoal

Existem várias definições relativas aos relés, mas o utilizado nesse projeto é o denominado relé monoestável. Relé que, tendo alterado seu estado sob a ação de uma grandeza de alimentação de entrada, retorna a seu estado anterior após a remoção da grandeza [5].

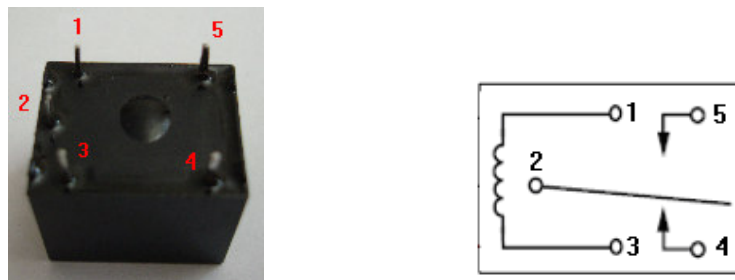


Figura 19 – Pinos do relé monoestável

Fonte: Arquivo pessoal

Dessa forma, observando a numeração dos pinos demonstrada na figura 19, ao aplicar 5V passando pelos pinos 1 e 3, o pino 2 que inicialmente está fechando a chave com o pino 4, passa a fechar com o pino 5. Assim que a alimentação é retirada dos pinos 1 e 3, o pino 2 volta ao seu estado inicial, fechando a chave com o pino 4.

## 2.9 Circuito integrado NE555

O contador monolítico NE555 é um circuito altamente estável capaz de produzir um tempo preciso ou uma oscilação.

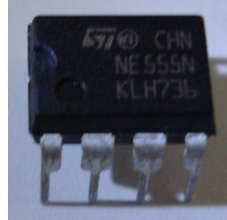


Figura 20 – Circuito integrado NE555

Fonte: Arquivo pessoal

O tempo é precisamente controlado por um resistor externo e capacitor. Para uma operação estável como um vibrador, a corrida livre e frequência do ciclo ambos são rigorosamente controladas com duas resistências externas e um condensador. O circuito pode ser desencadeada e redefinir caindo sobre ondas, e a saída estrutura pode fonte ou sumidouro de até 200 mA

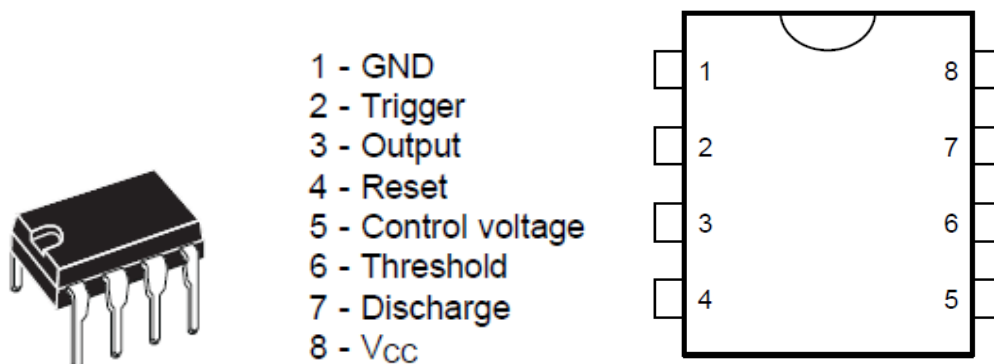


Figura 21 – Pinos do circuito integrado NE555

Fonte: Anexo V – Datasheet do NE555

No modo monoestável, figura 22, o temporizador funciona como um pulso único. O circuito dispara sobre um sinal negativo de longo curso quando o nível chega a  $1/3 V_{cc}$ . Uma vez desencadeada, a circuito permanece neste estado até que o conjunto tem tempo decorrido, mesmo que seja desencadeada novamente durante esse intervalo. A duração do estado de saída é dado ALTA por  $t = 1,1 R1C1$  e é facilmente determinada pela tabela da figura 22.

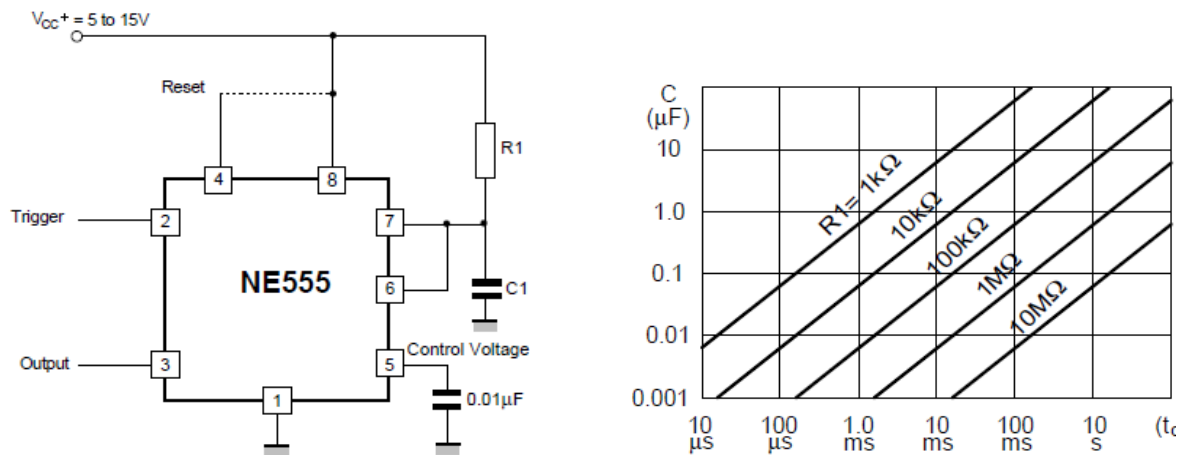


Figura 22 – NE555 em modo monoestável

Fonte: Anexo V – Datasheet do NE555

Quando o circuito está conectado como mostrado na figura 23 (pino 2 e 6 conectados) ele aciona própria e livre é executado como um multivibrador. O capacitor cobra e descarrega através de  $R1$  e  $R2$  e descargas só através de  $R2$ . Assim, o ciclo pode ser precisamente fixado pelo quociente destas duas resistências. Nesse modo estável de operação,  $C1$  encarga e descarrega entre  $1/3 V_{CC}$  e  $2/3 V_{CC}$ . Tal como no desengateado modo, as cargas e descargas e horários portanto são independentes da frequência do fornecimento tensão.

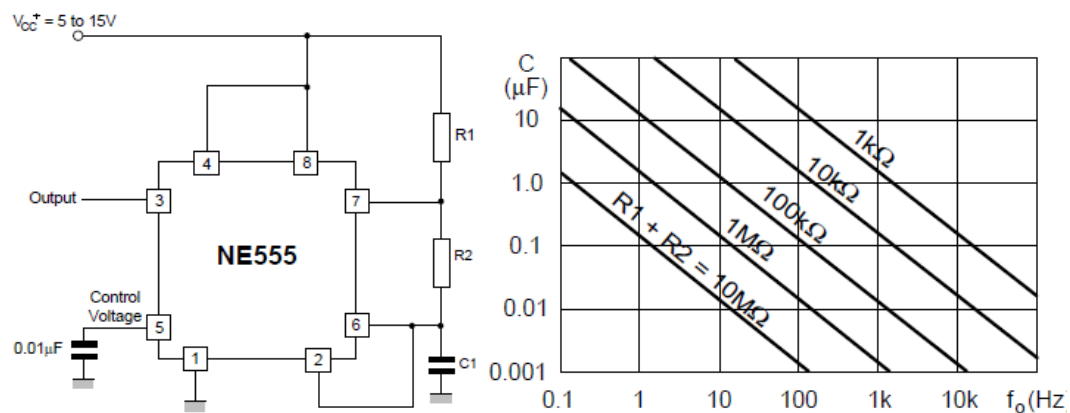


Figura 23 – NE555 em modo astável

Fonte: Anexo V – Datasheet do NE555

Existem ainda outros modos de operação do NE555, mas que não são abordados nesse projeto.

## 2.10 Inversor

O transistor, com o emprego apropriado, pode ser utilizado como inversor em circuito de lógica [6], como o circuito na figura 24.

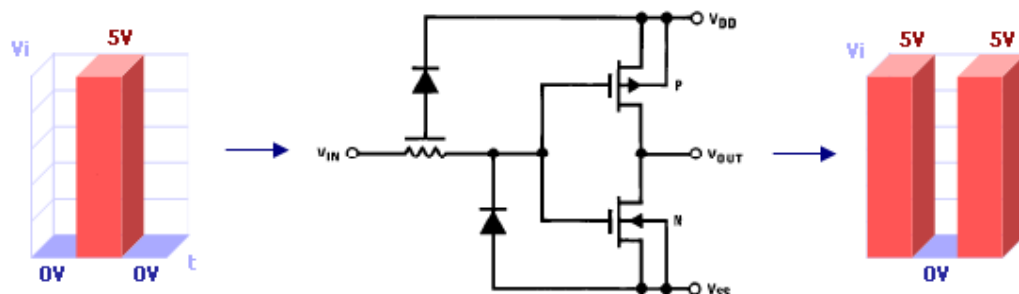


Figura 24 – Circuito Inversor CD4069UB

Fonte: Anexo VI – Datasheet do CD4069UB

Nesse projeto, é utilizado o inversor CD4069UB que consiste de seis circuitos da figura 24, possui baixo consumo de energia e elevada imunidade a ruído. Além disso, todas as entradas estão protegidas de dano devido à descarga estática por pinças de diodo para  $V_{DD}$  e  $V_{SS}$ . O detalhamento dos pinos é demonstrado na figura 25.

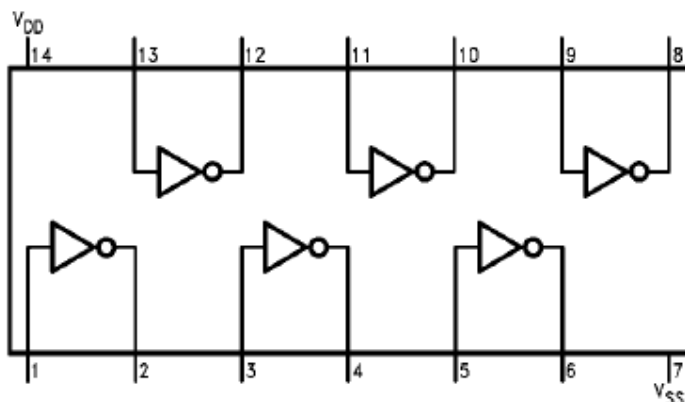


Figura 25 – Pinos do inversor CD4069UB

Fonte: Anexo VI – Datasheet do CD4069UB





Os bits de dados enviados pelo codificador foram customizados nos pinos D6, D7 e D8 (Também existe o D9, mas este não está sendo usado no projeto). No codificador que está na figura 27, os bits de dados customizados são 110 e no outro codificador, são 001.

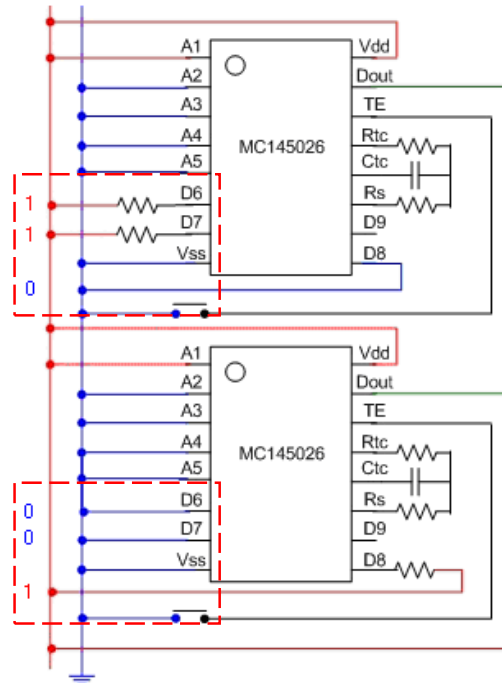


Figura 27 – Pinos dos bits de dados

Fonte: Arquivo pessoal

Para acender a luz, basta pressionar o botão do pino TE, circulado na figura 26, do codificador que possui os pinos de dados 110 e para apagar a luz basta pressionar o botão do codificador que envia 001.

Assim que o botão é pressionado, o decodificador envia a informação, de endereço e de dados, para o transmissor através do pino Dout.

Para que essa informação seja transmitida, o fabricante disponibiliza uma tabela para calcular a frequência de oscilação. Na primeira coluna da tabela 2, estão às frequências de oscilação e nas demais colunas, os valores dos componentes (resistores e capacitores) necessários para produzi-las.

$$(C_{tc}' = C_{tc} + 20 \text{ pF})$$

<b>f osc (kHz)</b>	<b>R<sub>tc</sub></b>	<b>C<sub>tc</sub>'</b>	<b>R<sub>s</sub></b>
362	10 k	120 pF	20 k
181	10 k	240 pF	20 k
88.7	10 k	490 pF	20 k
42.6	10 k	1020 pF	20 k
21.5	10 k	2020 pF	20 k
8.53	10 k	5100 pF	20 k
1.71	50 k	5100 pF	100 k

Tabela 2 - Tabela de frequência de oscilação do codificador

Fonte: Anexo III – Datasheet do Codificador MC145026 e do Decodificador MC145027

Este projeto utiliza a frequência de 1.71 KHz, devido a esta ser a menor frequência possível e com a qual o receptor funciona corretamente. A frequência escolhida deve ser aquela que não excede o limite da banda passante do módulo receptor.

A banda passante é a quantidade de dados que pode ser transmitida em um dado momento. Quanto maior a banda passante, maior a quantidade de tráfego que pode ser tratado a cada momento.

Os componentes R<sub>tc</sub>, C<sub>tc</sub>' e R<sub>s</sub> da tabela 2, são pinos do codificador calculados pela equação 1.

Com a frequência de oscilação correta, o transmissor TXC1 envia o sinal para todos os receptores RXD1 próximos, mas como o sinal foi endereçado, apenas o decodificador MC145027 acoplado ao interruptor de parede que possui o endereço, conforme mostrado na figura 28, e somente este decodificará a informação.

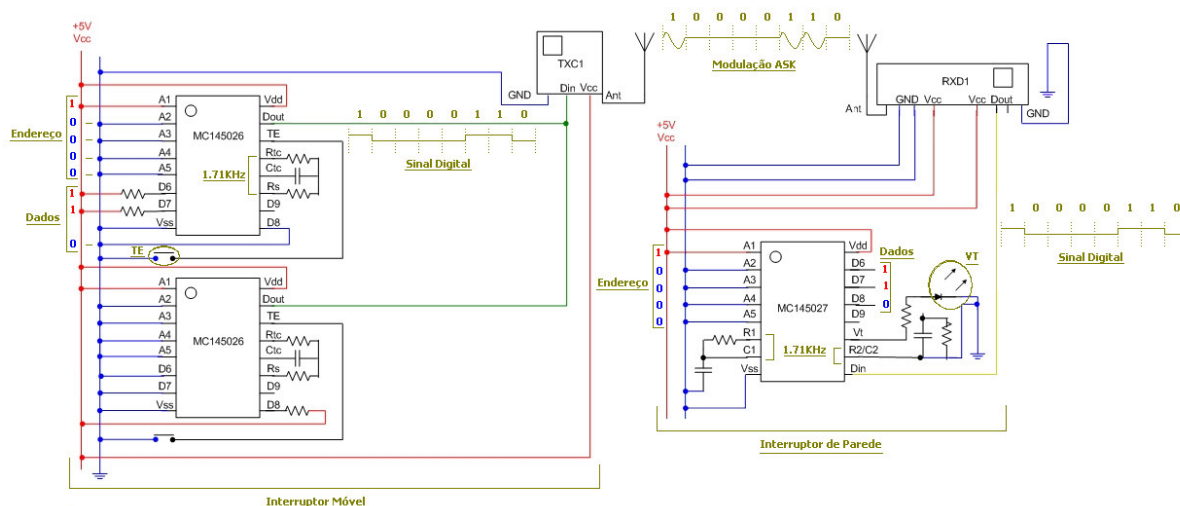


Figura 28 – Transmissão e recepção da informação de comando

Fonte: Arquivo pessoal

Na figura 28 pode ser visto que ao apertar o botão ligado ao pino TE do decodificador do interruptor móvel, o endereço 10000 e os bits de dados 110, com a frequência de oscilação 1.71 KHz, são enviados em sinal digital para o transmissor TXC1. Este por sua vez envia, utilizando a técnica de modulação ASK, a onda de rádio que é onidirecional. Assim, o receptor RXD1, acoplado ao interruptor de parede, recebe o sinal modulado, e o envia digitalmente para o decodificador. Então, com a frequência de oscilação correta, faz-se a quebra da informação em endereço e dados. Caso o endereço recebido for o mesmo do decodificador e o receptor receba duas vezes as mesmas informações (endereço e dados) consecutivamente, o pino VT pulsa informando que a transmissão foi válida e os dados D6, D7 e D8 (110) enviados são recebidos nos pinos de mesmo nome do decodificador.

O mesmo fluxo de transmissão ocorre apertando o botão ligado ao pino TE do codificador da parte inferior da figura 28. Apenas os dados serão diferentes: 001.

F osc (kHz)	R1	C1	R2	C2
362	10 k	470 pF	100 k	910 pF
181	10 k	910 pF	100 k	1800 pF
88.7	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
42.6	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	8200 pF	100 k	0.015 $\mu$ F
8.53	10 k	0.02 $\mu$ F	100 k	0.02 $\mu$ F
1.71	50 k	0.02 $\mu$ F	100 k	0.1 $\mu$ F

Tabela 3 - Tabela de frequência de oscilação do decodificador

Fonte: Anexo III – Datasheet do Codificador MC145026 e do Decodificador MC145027

A frequência de oscilação (1.71 KHz) do decodificador acoplado ao interruptor de parede que possui o mesmo endereço desses codificadores do interruptor móvel é customizada através dos componentes: R1, C1, R2 e C2 vistos na tabela 3, e podem ser calculados pelas equações 2 e 3.

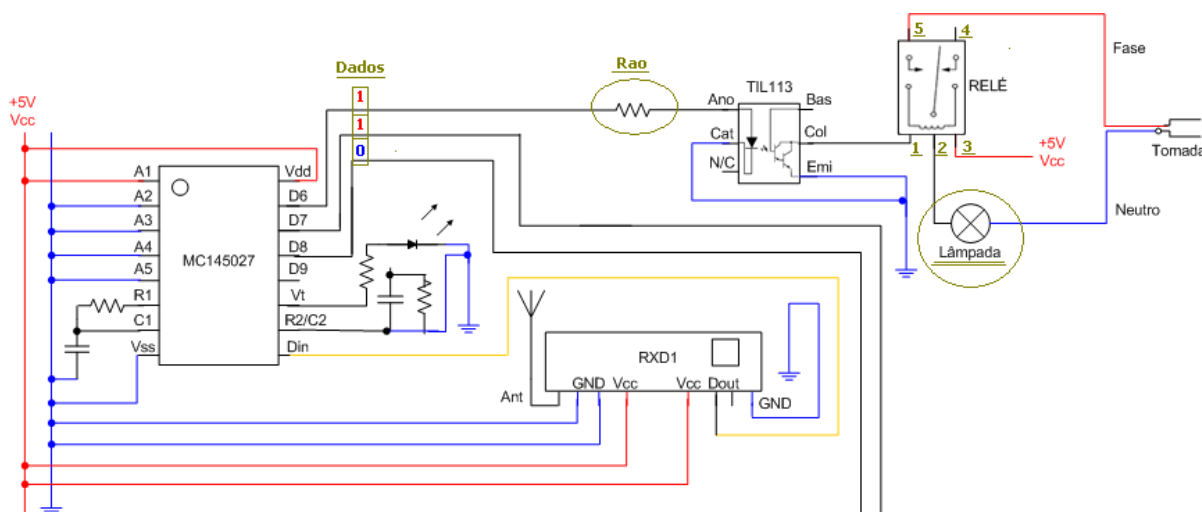


Figura 29 – Tratamento da informação de ligar a luz

Fonte: Arquivo pessoal

No caso do recebimento de dados 110, ou seja, o botão para ligar a luz for pressionado, o sinal do D6 é enviado a um foto acoplador que protege todo o circuito de voltagens indesejadas. Através da emissão de luz pelo LED interno do fotoacoplador, o transmissor é acionado e emite um sinal baixo (0) no pino Col (Coletor) para que passe

corrente entre os pinos 1 e 3 do relé, fazendo assim com que este feche a chave entre a fase no pino 5 com a lâmpada no pino 2. Assim a lâmpada é acesa.

Uma das dificuldades encontradas no início da implementação do projeto foi descobrir qual resistência usar antes do fotoacoplador, denominada Rao na figura 29, pois esta resistência devia atender tanto a necessidade do fotoacoplador quanto à do decodificador. O fotoacoplador precisava ter condições de enviar o sinal baixo (0) através do pino Col (Coletor) para o relé. Já o decodificador deveria ter condições de enviar baixo (0) para o fotoacoplador, quando uma transmissão de dados 001 (desligar a luz) fosse recebida e assim, o fotoacoplador efetivamente parasse a emissão do sinal para o relé.

Esse problema foi solucionado com o auxílio de um potenciômetro. Este nada mais é que uma resistência que podemos variá-la entre certos valores. Porém ao finalizar a montagem do circuito essa resistência não precisou ser mais utilizada, ligando assim, o pino D6 do decodificador diretamente ao pino Ano (Anodo) do fotoacoplador TIL113.

De qualquer forma, o potenciômetro utilizado foi o 3006P, figura 30, que varia entre 50Ω e 2MΩ, com tolerância de  $\pm 10\%$ .



Figura 30 – Potenciômetro 3006P

Fonte: Anexo VII – Datasheet do Potenciômetro 3006P

Ainda no caso do recebimento de dados 110, ou seja, o botão para ligar a luz for pressionado, o sinal contínuo do D7 é enviado a um circuito integrado NE555 que emite, implementado em modo monoestável, emite um pulso em alta (1), transformado para baixa (0) pelo inversor CD4069, emulando o pressionamento de um botão no pino TE do codificador de retorno da informação que a luz foi acesa. Assim, o codificador envia essa informação ao transmissor RXD1 acoplado ao interruptor de parede, visto na figura 31, utilizando a técnica de modulação ASK para o endereço 10110 configurado no codificador e com bits de dados 010.

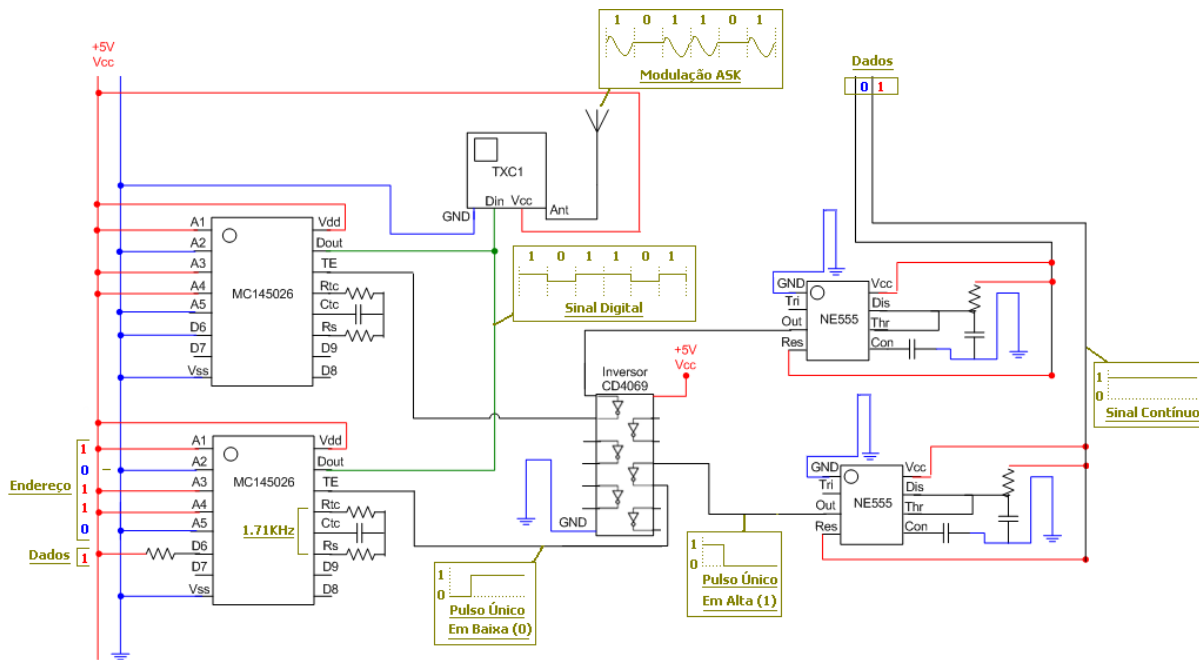


Figura 31 - Transmissão da informação de retorno

Fonte: Arquivo pessoal

Com a freqüência de oscilação correta, o transmissor TXC1 envia o sinal para todos os receptores RXD1 próximos, mas como o sinal foi endereçado, apenas o decodificador MC145027 do interruptor móvel decodifica a informação. Como mostra a figura 32, este decodificado receberá D6 como alto (1) quando a luz for acessa. O dado recebido no D6 pode ser visualizado através de um LED amarelo ligado ao pino D6 do decodificador no interruptor móvel.

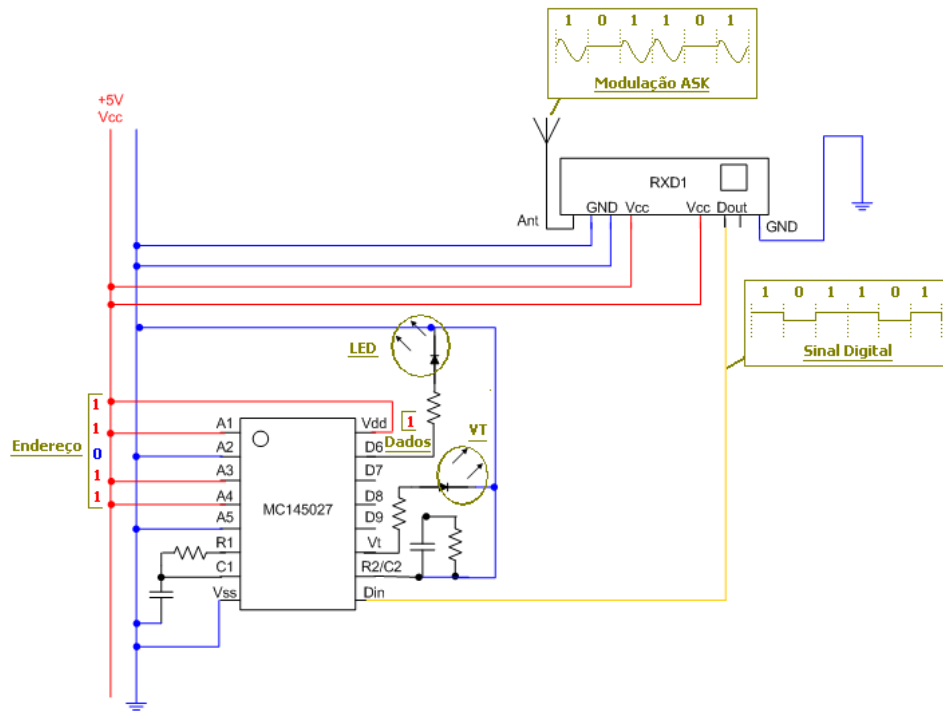


Figura 32 – Recepção e tratamento da informação de retorno

Fonte: Arquivo pessoal

No caso do recebimento de dados 001, ou seja, o usuário pressionou o botão para desligar a luz, o sinal do D8 é enviado a outro circuito integrado NE555 que emite um pulso em alta (1), também transformado para baixa (0) pelo inversor CD4069, emulando o pressionamento de um botão no pino TE do codificador de retorno da informação que a luz foi desligada. Assim, o codificador enviará essa informação ao transmissor RXD1 acoplado ao interruptor de parede, para o mesmo endereço 10110 pertencente ao MC145027 do interruptor móvel. Este por sua vez receberá D6 como baixo (0) quando a luz for apagada. O dado recebido no D6 pode ser visualizado através de um LED amarelo desligado ao pino D6 do decodificador do interruptor móvel.

### 3.2 Testes de distância

Com a finalidade de determinar a distância máxima de funcionamento do projeto, foram utilizados LEDs de teste nos circuitos para indicar o recebimento de sinal, uma treina e um veículo para medir a distância entre o interruptor móvel e o circuito acoplador do interruptor de parede e, por fim, duas baterias para fornecer energia elétrica aos circuitos.

O primeiro teste foi realizado a uma distância de cinco metros. Neste teste os LEDs de teste funcionaram normalmente:

- LED 1: Envio do comando pelo interruptor móvel;
- LED 2: Recebimento da transmissão pelo interruptor de parede;
- LED 3: Envio do retorno pelo interruptor de parede;
- LED 4: Recebimento do retorno pelo interruptor móvel;

Outros testes foram realizados a distância de 10, 50 e 100 metros. Até 50 metros os 4 LEDs de teste procederam conforme o previsto, porém em 100 metros, apenas os LEDs 1 e 2 funcionaram, e mesmo assim, tiveram comportamento parcial, ou seja, recebiam a transmissão, mas esta não era dada como válida.

Dessa forma, esse teste determinou o perfeito funcionamento do projeto em até aproximadamente 50 metros, mais precisamente até 52 metros, como mostra a figura 33.

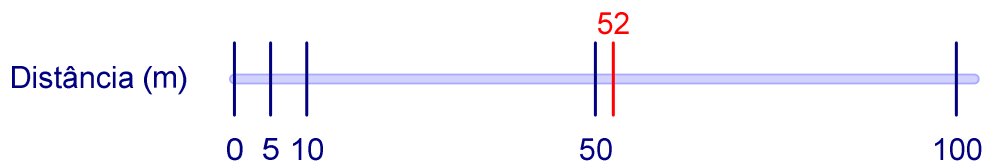


Figura 33 – Teste de distância

Fonte: Arquivo pessoal

### 3.3 Outras simulações

Apesar de não fazer parte da proposta aprovada do projeto, foram feitas duas simulações a fim de obter um possível retorno diretamente do Neutro. Dessa forma, caso o relé fosse acionado pelo fotoacoplador, e a lâmpada estivesse queimada, seria enviado um segundo retorno para mostrar a efetiva passagem da corrente pelo Neutro.

O primeiro teste realizado para esse retorno extra ao projeto foi enrolar um fio de cobre esmaltado envolta do neutro buscando obter voltagem de no mínimo 5V, quando a lâmpada estiver ligada, conforme a figura 34.





Figura 34 – Teste com fio de cobre

Fonte: Arquivo pessoal

Porém a máxima voltagem adquirida foi de 0,2 V com 14 metros de fio de cobre enrolados, não ocupando tanto espaço. Dessa forma a conclusão desse teste foi insatisfatória.

O outro teste realizado para obter o retorno extra, foi à tentativa de obter alguma corrente, que passa pelo neutro quando a lâmpada acende, utilizando um Reed Switch como chave, que fecha ao ser induzido por um campo magnético.



Figura 35 – Reed Switch

Fonte: Arquivo pessoal

As lâminas internas do reed switch (figura 35) se tocam, quando aproximamos de um campo magnético, funcionando como uma chave que permanece fechada enquanto o campo magnético estiver presente, conforme a figura 36.

Existe uma posição correta de aproximação do reed switch ao campo magnético para que a chave seja fechada. A posição das lâminas internas do dispositivo deve ser paralela ao campo magnético e não perpendicular.

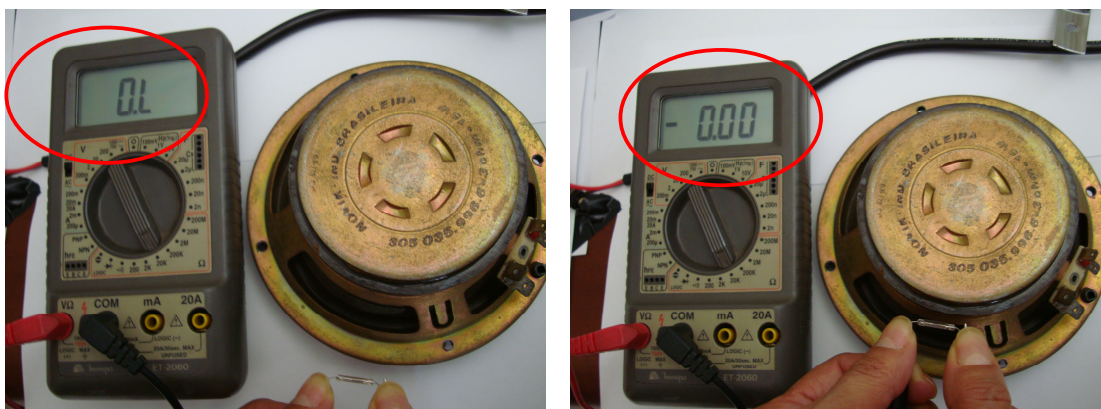


Figura 36 – (a) Chave aberta. (b) Chave Fechada.

Fonte: Arquivo pessoal

Testando o Reed Switch como componente do projeto, percebe-se que o campo magnético gerado no cabo do neutro não é suficiente para o acionamento do dispositivo, mostrado na figura 37, mesmo enrolando o cabo como uma bobina para aumentar o campo, detalhado no figura 38.

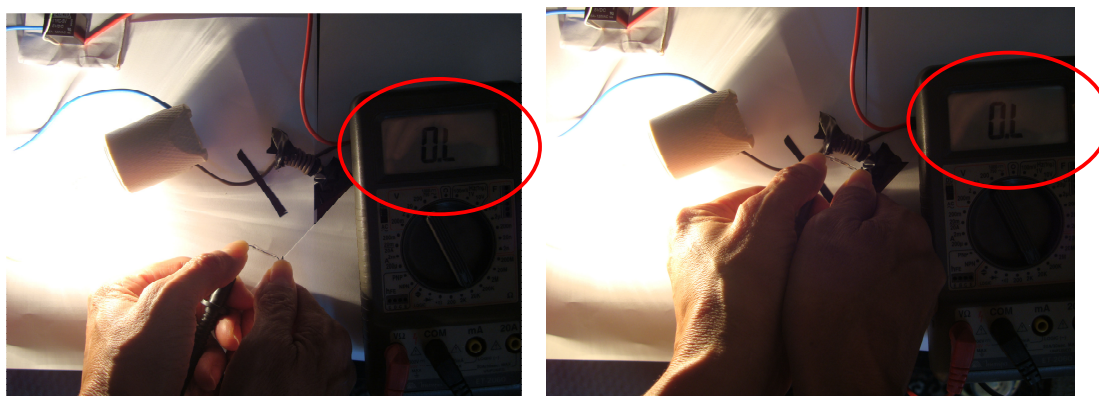


Figura 37 – O Reed Switch como componente do projeto

Fonte: Arquivo pessoal

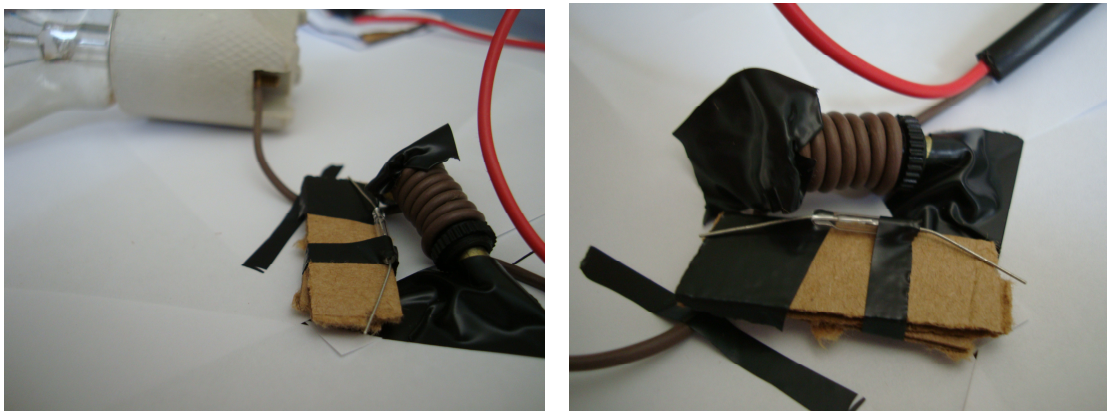


Figura 38 – Tentativa de aumentar o campo, enrolando o Neutro como uma bobina

Fonte: Arquivo pessoal

Após os resultados desses testes, na tentativa de obter um retorno extra oriundo da corrente que passa pelo Neutro quando a lâmpada é acesa, conclui-se que não foi possível implementar tal retorno extra nesse projeto, ficando essa tarefa para possíveis projetos futuros.

### **3.4 Circuitos concluídos**

Os circuitos concluídos do interruptor móvel e o acoplado ao interruptor de parede, vistos nas figuras 40 e 41, foram implementados e testado em protoboards como mostra a figura 39.



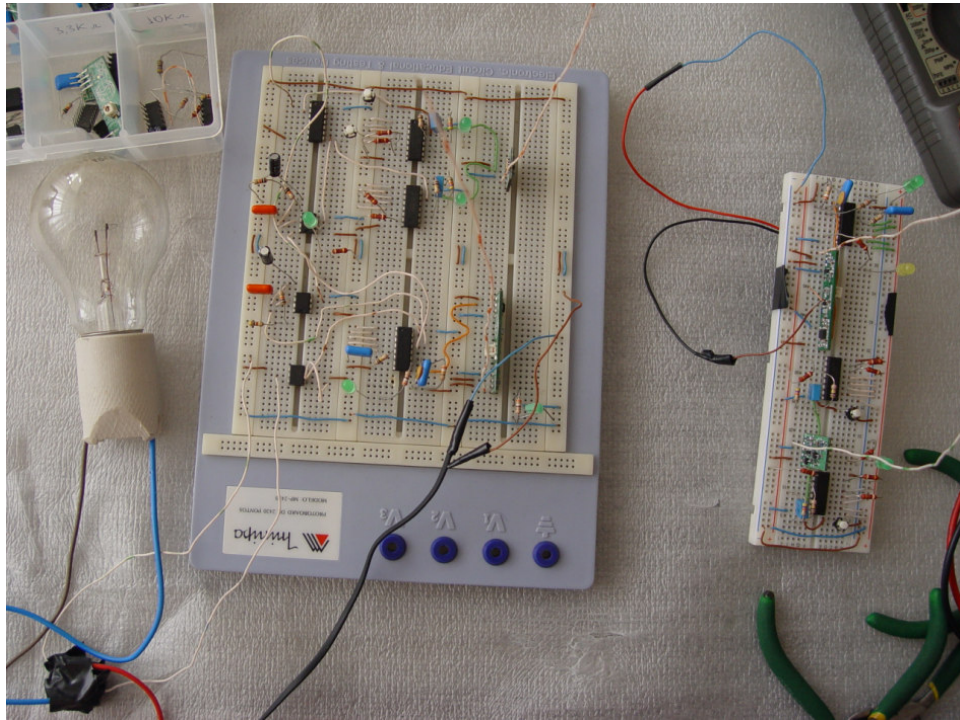


Figura 39 – O projeto concluído

Fonte: Arquivo pessoal

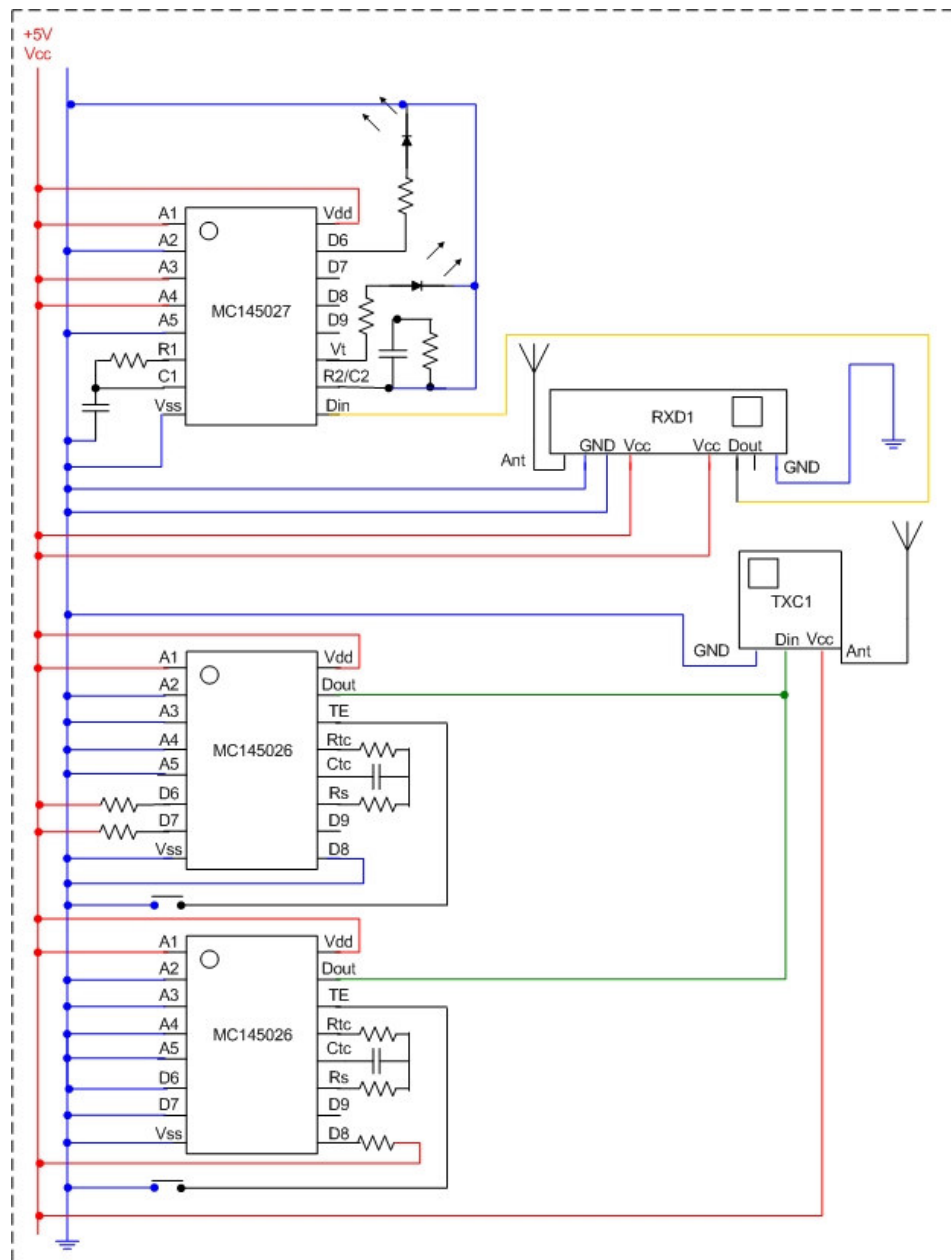


Figura 40 – Circuito do Interruptor móvel

Fonte: Arquivo pessoal

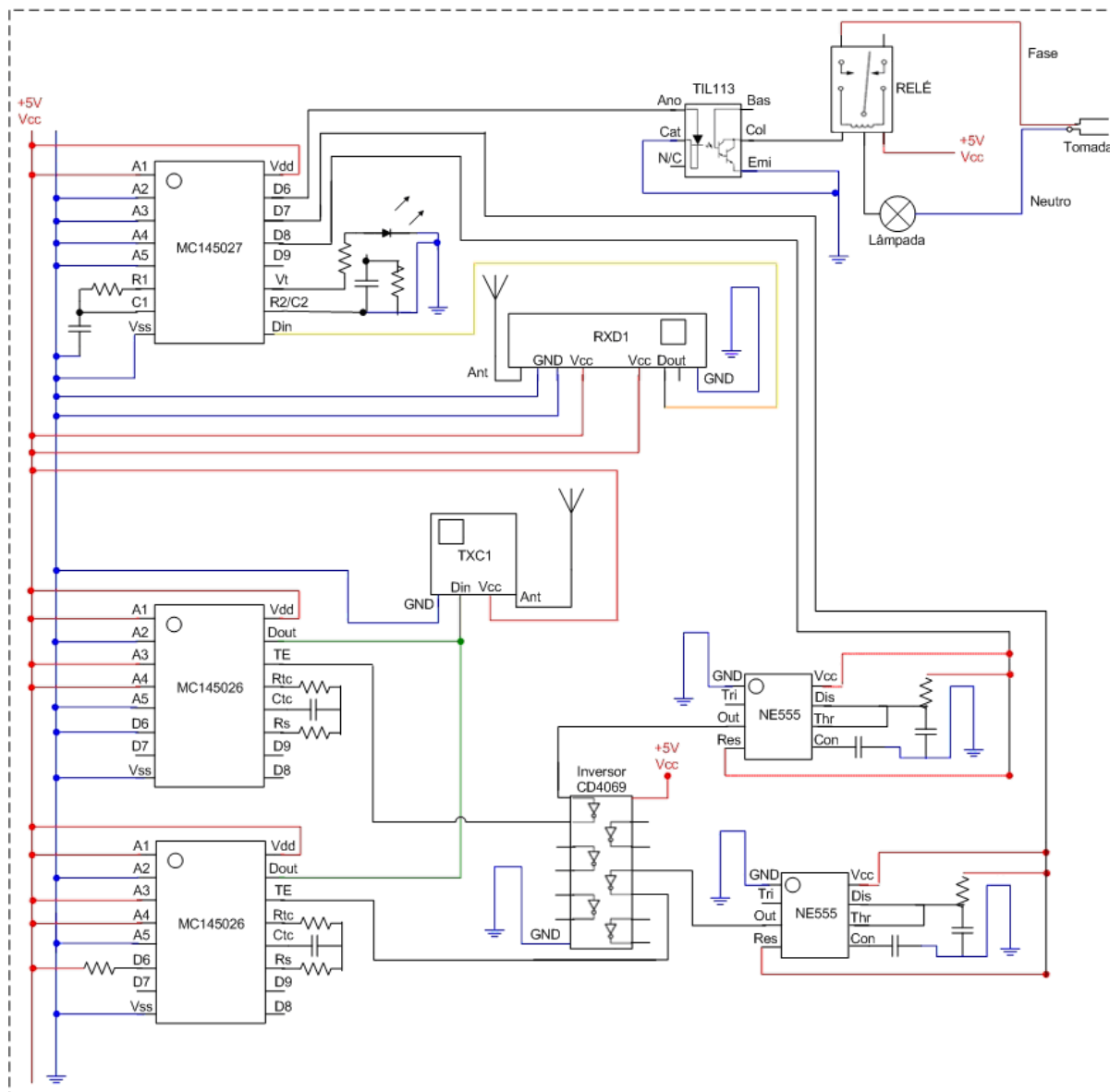


Figura 41 – Circuito acoplado ao interruptor de parede

Fonte: Arquivo pessoal

Os componentes utilizados no projeto estão detalhados nas tabelas 4 e 5 referentes ao circuito do interruptor móvel, e nas tabelas 6, 7 e 8 ao acoplado ao interruptor de parede.

Componente	Detalhes	Custo
Decodificador	MC145027P	R\$ 11,50
Resistência R1	100k $\Omega$	R\$ 0,10
Capacitor R1	22nF	R\$ 0,34
Resistência do pino D6	470 $\Omega$	R\$ 0,10
LED do pino D6	Amarelo	R\$ 0,20
Resistência do pino VT	390 $\Omega$	R\$ 0,10
LED do pino VT	Verde	R\$ 0,20
Resistência R2	390k $\Omega$	R\$ 0,10
Capacitor C2	122nF	R\$ 0,34
Placa Receptora	RX-D1 434KHz	R\$ 15,00
Antena Receptora	17,2 cm	R\$ 0,05

Tabela 4 – Decodificador e Receptor do Interruptor móvel

Fonte: Arquivo pessoal

Componente	Detalhes	Custo
Codificador	MC145026P	R\$ 3,22
Resistência Rtc	47k $\Omega$	R\$ 0,10
Capacitor Rtc	12nF	R\$ 0,34
Resistência Rs	100k $\Omega$	R\$ 0,10
Resistência dos pinos de dados	470 $\Omega$	R\$ 0,10
Botão do pino TE	Pressão (Pulso)	R\$ 0,80
Placa Emissora	TX-C1 434KHz	R\$ 15,00
Antena Emissora	17,2 cm	R\$ 0,05

Tabela 5 – Codificadores e Emissor do Interruptor móvel

Fonte: Arquivo pessoal

Componente	Detalhes	Custo
Decodificador	MC145027P	R\$ 11,50
Resistência R1	100k $\Omega$	R\$ 0,10
Capacitor R1	22nF	R\$ 0,34
Resistência do pino VT	390 $\Omega$	R\$ 0,10
LED do pino VT	Verde	R\$ 0,34
Resistência R2	390k $\Omega$	R\$ 0,10
Capacitor C2	122nF	R\$ 0,34
Placa Receptora	RX-D1 434KHz	R\$ 15,00
Antena Receptora	17,2 cm	R\$ 0,05

Tabela 6 – Decodificador e Receptor do Interruptor de parede

Fonte: Arquivo pessoal

Componente	Detalhes	Custo
Acoplador Ótico	TIL113	R\$ 1,72
Relé	AT1RC-5V	R\$ 3,30
Tomada	Fase e Neutro	R\$ 0,50
Lâmpada	Incandescente	R\$ 1,20

Tabela 7 – Componentes para fechar a fase do Interruptor de parede

Fonte: Arquivo pessoal

Componente	Detalhes	Custo
Gerador de Pulso Único	NE555	R\$ 1,90
Resistência pino DIS do NE55	14,7k $\Omega$	R\$ 0,10
Capacitor pino DIS do NE555	100 $\mu$ F	R\$ 0,34
Capacitor pino CON do NE555	0,01 $\mu$ F	R\$ 0,34
Inversor	CD4069UB	R\$ 1,15

Tabela 8 – Componentes para envio do pulso em baixo (0) a fim de acionar os codificadores de retorno do Interruptor de parede

Fonte: Arquivo pessoal

O custo total, incluindo a lâmpada e os cabos, é de R\$ 88,84.



## Capítulo 4 – Considerações Finais

Este projeto consiste em elaborar um interruptor móvel capaz de se comunicar com o interruptor de parede, utilizando tecnologia sem fio, sendo capaz de ligar e desligar a luz elétrica à distância de 52 metros, a fim de diminuir o custo da reforma significativamente, evitando que partes das paredes sejam destruídas para efetuar a mudança da fiação elétrica, pois esses podem ficar atrás das portas de acesso aos quartos.

Durante a implementação deste projeto surgiram problemas dos quais alguns foram superados e outros não.

Um problema resolvido foi quanto à dificuldade de determinar a resistência necessária para que o acoplador ótico pudesse ser acionado e desativado. A solução surgiu após o auxílio de um potenciômetro, mas que posteriormente, com o projeto finalizado, essa resistência não precisou mais fazer parte do circuito.

Uma questão não superada, apesar de não estar na proposta do projeto, foi à de obter um possível retorno de algum dispositivo sensível ao campo magnético do neutro. Após tentativas com uma bobina de fio de cobre e com o Reed Switch, concluiu-se que não foi possível implementar tal retorno extra neste projeto.

Concluído o desenvolvimento, o projeto apresenta o seguinte funcionamento: O interruptor móvel envia o comando para acionar ou desativar o adaptador do interruptor de parede original. Este por sua vez, estabelece a comunicação para receber o comando de Fechar ou abrir a interrupção da Fase, ligando ou desligando a lâmpada, e envia o retorno para o interruptor móvel que sinaliza luminosamente se a fase está aberta ou fechada. Os dispositivos possuem certo nível de inteligência, o endereçamento, para fechar a comunicação entre eles e assim, tentar evitar que outro dispositivo com a mesma tecnologia sem fio possa interferir na comunicação entre os interruptores.

Ficam aqui sugestões para projetos futuros baseados nesta implementação:

- Utilizar nanotecnologia a fim de diminuir o tamanho dos circuitos;
- Implementar no interruptor móvel formas de alterar o endereço e poder desligar ou ligar lâmpadas de toda a resistência, escritório ou outros;
- Implementar outro retorno para indicar que a corrente está passando ou não pelo neutro via algum dispositivo sensível a campo magnético.

## **Referências Bibliográficas**

- [1] – TANENBAUM, Andrew S. Rede de Computadores. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
  
- [2] – MALVINO, Albert Paul. Eletrônica Volume 1. 4ª Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2006.
  
- [3] – MALVINO, Albert Paul. Eletrônica Volume 2. 4ª Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2006.
  
- [4] – OBALDÍA, Francisco Javier. Notas de Aula Teleprocessamento. Parte 4.
  
- [5] – COTRIM, Ademaro A. M. B. Instalações elétricas I. 3ª Ed. São Paulo: Makron Books, 1992.
  
- [6] – BOYLESTAD, Robert L. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. 8ª Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2007.
  
- [7] – ALVES, Luiz. Comunicação de Dados. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1992.
  
- [8] – KRAUS, John D. Antenas. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1983.

## **Anexo I – Datasheet do Transmissor TX-C1**



Hybrid Transmitter

**TX - C1**

315/433.92MHz  
Hybrid  
Transmitter

- ◎Ideal for 315/433.92MHz Remote Keyless-Entry Transmitter.
- ◎SAW RESONATOR
- ◎ASK Design

The TXC1 is an ASK transmitter module .The result is excellent performance in a simple-to-use .The TXC1 is designed specifically for remote-control , wireless mouse and car alarm system operating at 315/433.92 Mhz in the USA under FCC Part 15 regulation.

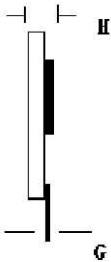
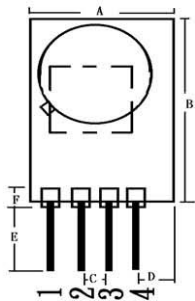
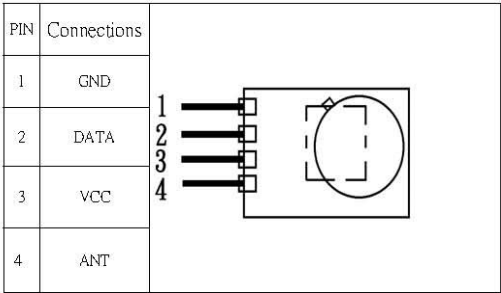
#### Absolute Maximum Ratings

Parameter	Value	Units
Power Supply and/or Modulation Input Voltage	3	V
Operating temperature	-20 to +60	°C

#### Receiver Characteristics

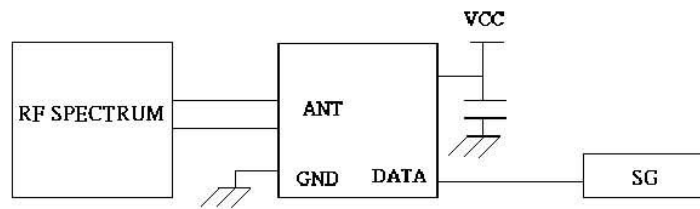
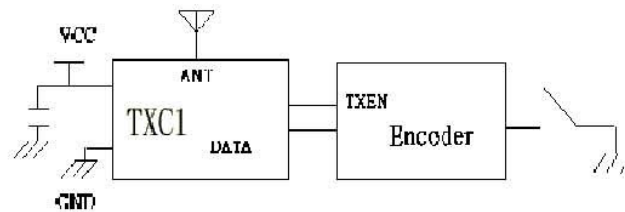
Parameter	Symbol	Condition		Value			Unit
				min.	typ.	max.	
Output power		Vcc=3.0V,TA-27°C, 50Ωload	315MHz	2	3	6	dBm
			434MHz	1	3	6	dBm
Supply current	Icc			9	10	19	mA
Supply voltage Range	Vcc				3		V
Data Rate				300	1K	10K	bps

Pin assignment



Dimensions	Millimeters	Dimensions	Millimeters
A	14.5 + 0.25mm	F	0.1 + 0.05mm
B	18.5+ 0.25mm	G	0.04 + 0.005mm
C	1.8 + 0.05mm	H	4.2 + (MAX)
D	5.0+ 0.1mm		
E	6.5 + 0.1mm		

---

**Typing Test Circuit****Typical transmitter Application****Notes:**

1. Encoder : HT12D/F , PTC ( 2262 )
2. Antenna : Length = 22.6cm for 315MHz ; Length = 17.2 cm for 434MHz.

## **Anexo II – Datasheet do Receptor RX-D1**



## Hybrid Receiver

**RXD1**

**315/434 MHZ  
Hybrid  
Receiver**

- Ideal for 315/434MHz Remote Keyless-Entry Receives.

The RXD1 is a miniature receiver module that receives On-off keyed (OOK) modulation signal and demodulated to digital signal for the next decoder stage. Local Oscillator is made of LC structure. The result is excellent performance in a simple-to-use, with a low external component count. The RXD1 is designed specifically for remote-control and wireless security receiver operating at 315/434MHz in the USA under FCC Part 15 regulation.

### Absolute Maximum Ratings

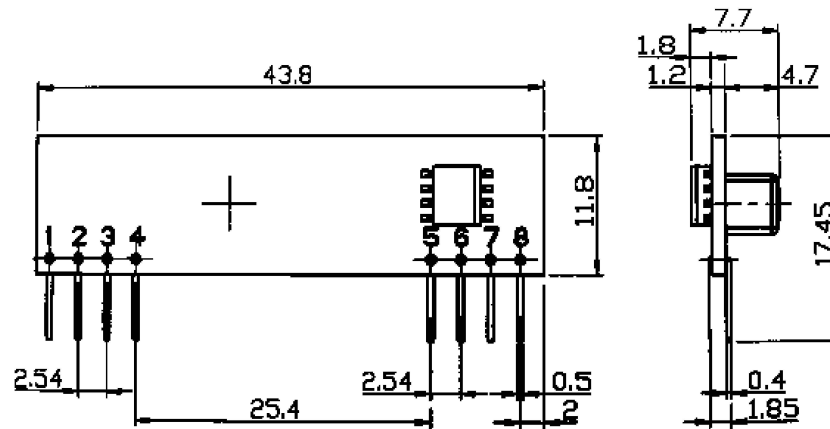
Rating	Value	Units
Power Supply and/or Modulation Input Voltage	5	V
Operating temperature	-20 to +80	°C

### Receiver Characteristics

Parameter	Symbol	Condition	Value			Unit
			min.	typ.	max.	
Sensitivity	Psens	Vcc=5.0V, AT25 •, BER=3/100, 2Kbps	315MHz	-105	-103	dBm
			434MHz	-104	-102	dBm
ASKOUT logic HIGH	VOH	Iload = 10uA	0.7*Vcc			V
ASKOUT logic LOW	VOL	Iload = 10uA			0.3*Vcc	V
Supply current	Icc			3.3	3.6	mA
Supply voltage Range	Vcc		+4.75	+5	+5.25	V
Data Rate			200	2K	6K	bps
RF Bandwidth-3dB				4M		Hz



## Mechanical Characteristics:



## Pin-out:

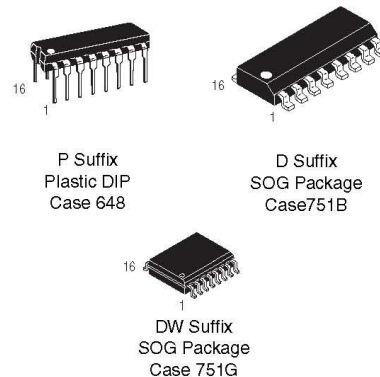
1.ANT	5.VCC
1.GND	6.DATA
2.GND	7.DATA
3.VCC	8.GND

### **Anexo III – Datasheet do Codificador MC145026 e do Decodificador MC145027**

# MC145026, MC145027, MC145028

## Encoder and Decoder Pairs CMOS

# MC145026, MC145027 MC145028



## 1 Introduction

These devices are designed to be used as encoder/decoder pairs in remote control applications.

The MC145026 encodes nine lines of information and serially sends this information upon receipt of a transmit enable (TE) signal. The nine lines may be encoded with trinary data (low, high, or open) or binary data (low or high). The words are transmitted twice per encoding sequence to increase security.

The MC145027 decoder receives the serial stream and interprets five of the trinary digits as an address code. Thus, 243 addresses are possible. If binary data is used at the encoder, 32 addresses are possible. The remaining serial information is interpreted as four bits of binary data. The valid transmission (VT) output goes high on the MC145027 when two conditions are met. First, two addresses must be consecutively received (in one encoding sequence) which both match the local address. Second, the 4 bits of data must match the last valid data received. The active VT indicates that the information at the Data output pins has been updated.

### Ordering Information

Device	Package
MC145026P	Plastic DIP
MC145026D	SOG Package
MC145027P	Plastic DIP
MC145027DW	SOG Package
MC145028P	Plastic DIP
MC145028DW	SOG Package

### Contents

<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2 Electrical Specifications</b>	<b>4</b>
<b>3 Operating Characteristics</b>	<b>8</b>
<b>4 Pin Descriptions</b>	<b>9</b>
<b>5 MC145027 and MC145028 Timing</b>	<b>16</b>
<b>6 Package Dimensions</b>	<b>18</b>

Freescale reserves the right to change the detail specifications as may be required to permit improvements in the design of its products.  
© Freescale Semiconductor, Inc., 2005. All rights reserved.



## Introduction

The MC145028 decoder treats all nine trinary digits as an address which allows 19,683 codes. If binary data is encoded, 512 codes are possible. The VT output goes high on the MC145028 when two addresses are consecutively received (in one encoding sequence) which both match the local address.

- Operating Temperature Range: - 40 to + 85°C
- Very-Low Standby Current for the Encoder: 300 nA Maximum @ 25°C
- Interfaces with RF, Ultrasonic, or Infrared Modulators and Demodulators
- RC Oscillator, No Crystal Required
- High External Component Tolerance; Can Use  $\pm 5\%$  Components
- Internal Power-On Reset Forces All Decoder Outputs Low
- Operating Voltage Range:

MC145026 = 2.5 to 18 V

MC145027, MC145028 = 4.5 to 18 V

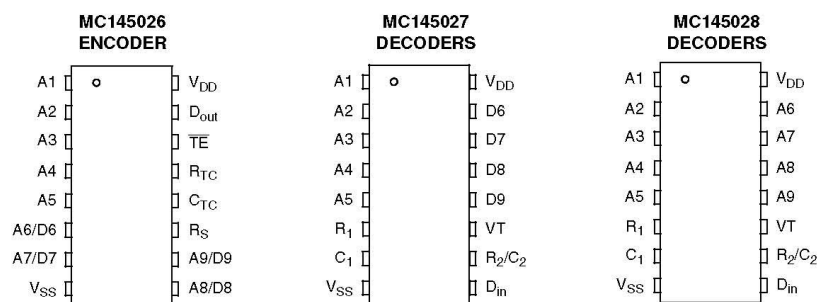


Figure 1. Pin Assignments

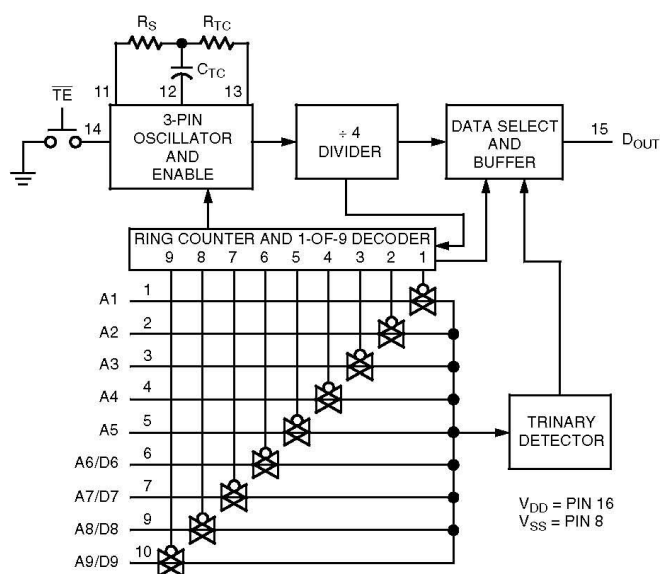


Figure 2. MC145026 Encoder Block Diagram

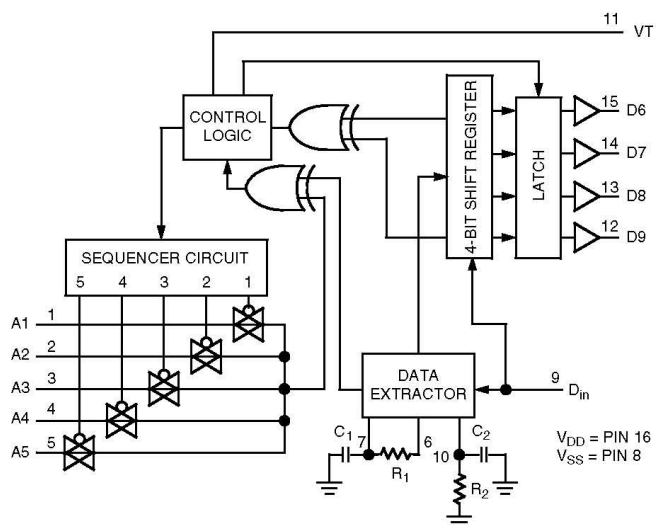
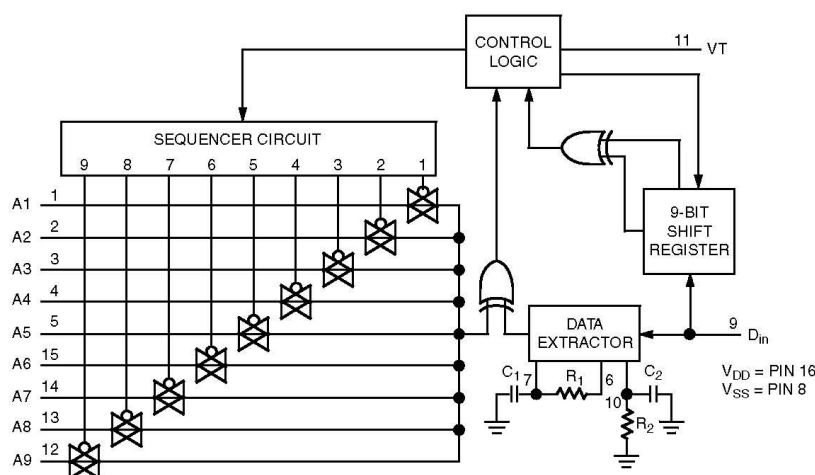


Figure 3. MC145027 Decoder Block Diagram

MC145026, MC145027, MC145028 Technical Data, Rev. 4



**Figure 4. MC145028 Decoder Block Diagram**

## 2 Electrical Specifications

**Table 1. Maximum Ratings\*** (Voltages Referenced to  $V_{SS}$ )

Ratings	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	$V_{DD}$	- 0.5 to + 18	V
DC Input Voltage	$V_{in}$	- 0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
DC Output Voltage	$V_{out}$	- 0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
DC Input Current, per Pin	$I_{in}$	$\pm 10$	mA
DC Output Current, per Pin	$I_{out}$	$\pm 10$	mA
Power Dissipation, per Package	$P_D$	500	mW
Storage Temperature	$T_{stg}$	- 65 to + 150	°C
Lead Temperature, 1 mm from Case for 10 Seconds	$T_L$	260	°C

\* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation should be restricted to the limits in the Electrical Characteristics tables or Pin Descriptions section.

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation,  $V_{in}$  and  $V_{out}$  should be constrained to the range  $VSS \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq VDD$ .

**Table 2. Electrical Characteristics - MC145026<sup>1</sup>, MC145027, and MC145028**  
(Voltage Referenced to V<sub>SS</sub>)

Symbol	Characteristic	V <sub>DD</sub> V	Guaranteed Limit						Unit
			- 40°C		25°C		85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
V <sub>OL</sub>	Low-Level Output Voltage (V <sub>in</sub> = V <sub>DD</sub> or 0)	5.0	-	0.05	-	0.05	-	0.05	V
		10	-	0.05	-	0.05	-	0.05	
		15	-	0.05	-	0.05	-	0.05	
V <sub>OH</sub>	High-Level Output Voltage (V <sub>in</sub> = 0 or V <sub>DD</sub> )	5.0	4.95	-	4.95	-	4.95	-	V
		10	9.95	-	9.95	-	9.95	-	
		15	14.95	-	14.95	-	14.95	-	
V <sub>IL</sub>	Low-Level Input Voltage (V <sub>out</sub> = 4.5 or 0.5 V) (V <sub>out</sub> = 9.0 or 1.0 V) (V <sub>out</sub> = 13.5 or 1.5 V)	5.0	-	1.5	-	1.5	-	1.5	V
		10	-	3.0	-	3.0	-	3.0	
		15	-	4.0	-	4.0	-	4.0	
V <sub>IH</sub>	High-Level Input Voltage (V <sub>out</sub> = 0.5 or 4.5 V) (V <sub>out</sub> = 1.0 or 9.0 V) (V <sub>out</sub> = 1.5 or 13.5 V)	5.0	3.5	-	3.5	-	3.5	-	V
		10	7.0	-	7.0	-	7.0	-	
		15	11	-	11	-	11	-	
I <sub>OH</sub>	High-Level Output Current (V <sub>out</sub> = 2.5 V) (V <sub>out</sub> = 4.6 V) (V <sub>out</sub> = 9.5 V) (V <sub>out</sub> = 13.5 V)	5.0	- 2.5	-	- 2.1	-	- 1.7	-	mA
		5.0	- 0.52	-	- 0.44	-	- 0.36	-	
		10	- 1.3	-	- 1.1	-	- 0.9	-	
		15	- 3.6	-	- 3.0	-	- 2.4	-	
I <sub>OL</sub>	Low-Level Output Current (V <sub>out</sub> = 0.4 V) (V <sub>out</sub> = 0.5 V) (V <sub>out</sub> = 1.5 V)	5.0	0.52	-	0.44	-	0.36	-	mA
		10	1.3	-	1.1	-	0.9	-	
		15	3.6	-	3.0	-	2.4	-	
I <sub>in</sub>	Input Current - $\overline{\text{TE}}$ (MC145026, Pull-Up Device)	5.0	-	-	3.0	11	-	-	$\mu\text{A}$
10	-	-	16	60	-	-			
15	-	-	35	120	-	-			
I <sub>in</sub>	Input Current R <sub>S</sub> (MC145026), D <sub>in</sub> (MC145027, MC145028)	15	-	± 0.3	-	± 0.3	-	± 1.0	$\mu\text{A}$
I <sub>in</sub>	Input Current A1 - A5, A6/D6 - A9/D9 (MC145026), A1 - A5 (MC145027), A1 - A9 (MC145028)	5.0	-	-	-	± 110	-	-	$\mu\text{A}$
		10	-	-	-	± 500	-	-	
		15	-	-	-	± 1000	-	-	
C <sub>in</sub>	Input Capacitance (V <sub>in</sub> = 0)	-	-	-	-	7.5	-	-	pF
I <sub>DD</sub>	Quiescent Current - MC145026	5.0	-	-	-	0.1	-	-	$\mu\text{A}$
		10	-	-	-	0.2	-	-	
		15	-	-	-	0.3	-	-	
I <sub>DD</sub>	Quiescent Current - MC145027, MC145028	5.0	-	-	-	50	-	-	$\mu\text{A}$
		10	-	-	-	100	-	-	
		15	-	-	-	150	-	-	

<sup>1</sup> Also see next Electrical Characteristics table for 2.5 V specifications.

## Electrical Specifications

**Table 2. Electrical Characteristics - MC145026<sup>1</sup>, MC145027, and MC145028 (continued)**  
(Voltage Referenced to  $V_{SS}$ )

Symbol	Characteristic	V <sub>DD</sub> V	Guaranteed Limit						Unit
			- 40°C		25°C		85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
I <sub>dd</sub>	Dynamic Supply Current - MC145026 (f <sub>c</sub> = 20 kHz)	5.0	-	-	-	200	-	-	μA
		10	-	-	-	400	-	-	
		15	-	-	-	600	-	-	
I <sub>dd</sub>	Dynamic Supply Current - MC145027, MC145028 (f <sub>c</sub> = 20 kHz)	5.0	-	-	-	400	-	-	μA
		10	-	-	-	800	-	-	
		15	-	-	-	1200	-	-	

<sup>1</sup> Also see next Electrical Characteristics table for 2.5 V specifications.

**Table 3. Electrical Characteristics - MC145026** (Voltage Referenced to  $V_{SS}$ )

Symbol	Characteristic	V <sub>DD</sub> V	Guaranteed Limit						Unit
			- 40°C		25°C		85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
V <sub>OL</sub>	Low-Level Output Voltage (V <sub>in</sub> = 0 V or V <sub>DD</sub> )	2.5	-	0.05	-	0.05	-	0.05	V
V <sub>OH</sub>	High-Level Output Voltage (V <sub>in</sub> = 0 V or V <sub>DD</sub> )	2.5	2.45	-	2.45	-	2.45	-	V
V <sub>IL</sub>	Low-Level Input Voltage (V <sub>out</sub> = 0.5 V or 2.0 V)	2.5	-	0.3	-	0.3	-	0.3	V
V <sub>IH</sub>	High-Level Input Voltage (V <sub>out</sub> = 0.5 V or 2.0 V)	2.5	2.2	-	2.2	-	2.2	-	V
I <sub>OH</sub>	High-Level Output Current (V <sub>out</sub> = 1.25 V)	2.5	0.28	-	0.25	-	0.2	-	mA
I <sub>OL</sub>	Low-Level Output Current (V <sub>out</sub> = 0.4 V)	2.5	0.22	-	0.2	-	0.16	-	mA
I <sub>in</sub>	Input Current (T <sub>E</sub> - Pull-Up Device)	2.5	-	-	0.09	1.8	-	-	μA
I <sub>in</sub>	Input Current (A1-A5, A6/D6-A9/D9)	2.5	-	-	-	± 25	-	-	μA
I <sub>DD</sub>	Quiescent Current	2.5	-	-	-	0.05	-	-	μA
I <sub>dd</sub>	Dynamic Supply Current (f <sub>c</sub> = 20 kHz)	2.5	-	-	-	40	-	-	μA



**Table 4. Switching Characteristics - MC145026<sup>1</sup>, MC145027, and MC145028** ( $C_L = 50$  pF,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Symbol	Characteristic	Figure No.	$V_{DD}$	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
$t_{TLH}, t_{THL}$	Output Transition Time	5, 9	5.0 10 15	- - -	200 100 80	ns
$t_r$	$D_{in}$ Rise Time - Decoders	6	5.0 10 15	- - -	15 15 15	$\mu\text{s}$
$t_f$	$D_{in}$ Fall Time - Decoders	6	5.0 10 15	- - -	15 5.0 4.0	$\mu\text{s}$
$f_{osc}$	Encoder Clock Frequency	7	5.0 10 15	0.001 0.001 0.001	2.0 5.0 10	MHz
$f$	Decoder Frequency - Referenced to Encoder Clock	13	5.0 10 15	1.0 1.0 1.0	240 410 450	kHz
$t_w$	$\overline{TE}$ Pulse Width - Encoders	8	5.0 10 15	65 30 20	- - -	ns

<sup>1</sup> Also see next Electrical Characteristics table for 2.5 V specifications.

**Table 5. Switching Characteristics - MC145026** ( $C_L = 50$  pF,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Symbol	Characteristic	Figure No.	$V_{DD}$	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
$t_{TLH}, t_{THL}$	Output Transition Time	5, 9	2.5	-	450	ns
$f_{osc}$	Encoder Clock Frequency	7	2.5	1.0	250	kHz
$t_w$	$\overline{TE}$ Pulse Width	8	2.5	1.5	-	$\mu\text{s}$

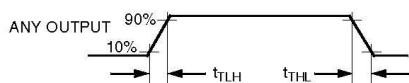


Figure 5. Output Transition Time

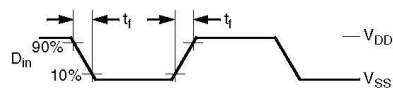


Figure 6.  $D_{in}$  Rise and Fall Time

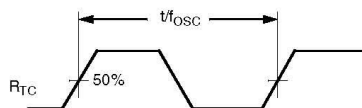


Figure 7. Encoder Clock Frequency

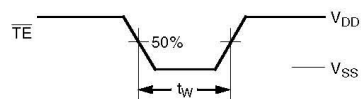
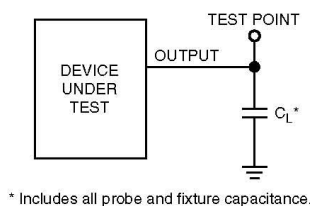


Figure 8.  $\overline{TE}$  Pulse Width



\* Includes all probe and fixture capacitance.

Figure 9. Test Circuit

## 3 Operating Characteristics

### 3.1 MC145026

The encoder serially transmits trinary data as defined by the state of the A1 - A5 and A6/D6 - A9/D9 input pins. These pins may be in either of three states (low, high, or open) allowing 19,683 possible codes. The transmit sequence is initiated by a low level on the  $\overline{TE}$  input pin. Upon power-up, the MC145026 can continuously transmit as long as  $\overline{TE}$  remains low (also, the device can transmit two-word sequences by pulsing  $\overline{TE}$  low). However, no MC145026 application should be designed to rely upon the first data word transmitted immediately after power-up because this word may be invalid. Between the two data words, no signal is sent for three data periods (see Figure 11).

Each transmitted trinary digit is encoded into pulses (see Figure 12). A logic 0 (low) is encoded as two consecutive short pulses, a logic 1 (high) as two consecutive long pulses, and an open (high impedance) as a long pulse followed by a short pulse. The input state is determined by using a weak “output” device to try to force each input high then low. If only a high state results from the two tests, the input is assumed to be hardwired to  $V_{DD}$ . If only a low state is obtained, the input is assumed to be hardwired to  $V_{SS}$ . If both a high and a low can be forced at an input, an open is assumed and is encoded as such. The “high” and

“low” levels are 70% and 30% of the supply voltage as shown in the Electrical Characteristics table. The weak “output” device sinks/sources up to 110  $\mu$ A at a 5 V supply level, 500  $\mu$ A at 10 V, and 1 mA at 15 V.

The  $\overline{\text{TE}}$  input has an internal pull-up device so that a simple switch may be used to force the input low. While  $\overline{\text{TE}}$  is high, the encoder is completely disabled, the oscillator is inhibited, and the current drain is reduced to quiescent current. When  $\overline{\text{TE}}$  is brought low, the oscillator is started and the transmit sequence begins. The inputs are then sequentially selected, and determinations are made as to the input logic states. This information is serially transmitted via the  $\text{D}_{\text{out}}$  pin.

### 3.2 MC145027

This decoder receives the serial data from the encoder and outputs the data, if it is valid. The transmitted data, consisting of two identical words, is examined bit by bit during reception. The first five trinary digits are assumed to be the address. If the received address matches the local address, the next four (data) bits are internally stored, but are not transferred to the output data latch. As the second encoded word is received, the address must again match. If a match occurs, the new data bits are checked against the previously stored data bits. If the two nibbles of data (four bits each) match, the data is transferred to the output data latch by VT and remains until new data replaces it. At the same time, the VT output pin is brought high and remains high until an error is received or until no input signal is received for four data periods (see Figure 11).

Although the address information may be encoded in trinary, the data information must be either a 1 or 0. A trinary (open) data line is decoded as a logic 1.

### 3.3 MC145028

This decoder operates in the same manner as the MC145027 except that nine address lines are used and no data output is available. The VT output is used to indicate that a valid address has been received. For transmission security, two identical transmitted words must be consecutively received before a VT output signal is issued.

The MC145028 allows 19,683 addresses when trinary levels are used. 512 addresses are possible when binary levels are used.

## 4 Pin Descriptions

### 4.1 MC145026 Encoder

#### A1 - A5, A6/D6 - A9/D9

#### Address, Address/Data Inputs (Pins 1 - 7, 9, and 10)

These address/data inputs are encoded and the data is sent serially from the encoder via the  $\text{D}_{\text{out}}$  pin.

#### $\text{R}_S$ , $\text{C}_{\text{TC}}$ , $\text{R}_{\text{TC}}$ (Pins 11, 12, and 13)

These pins are part of the oscillator section of the encoder (see Figure 10).

#### Pin Descriptions

If an external signal source is used instead of the internal oscillator, it should be connected to the  $R_S$  input and the  $R_{TC}$  and  $C_{TC}$  pins should be left open.

**$\overline{TE}$**

#### Transmit Enable (Pin 14)

This active-low transmit enable input initiates transmission when forced low. An internal pull-up device keeps this input normally high. The pull-up current is specified in the Electrical Characteristics table.

**$D_{out}$**

#### Data Out (Pin 15)

This is the output of the encoder that serially presents the encoded data word.

**$V_{SS}$**

#### Negative Power Supply (Pin 8)

The most-negative supply potential. This pin is usually ground.

**$V_{DD}$**

#### Positive Power Supply (Pin 16)

The most-positive power supply pin.

## 4.2 MC145027 and MC145028 Decoders

**A1 - A5, A1 - A9**

**Address Inputs (Pins 1 - 5)-MC145027,**

**Address Inputs (Pins 1 - 5, 15, 14, 13, 12)-MC145028**

These are the local address inputs. The states of these pins must match the appropriate encoder inputs for the VT pin to go high. The local address may be encoded with trinary or binary data.

**D6 - D9**

#### Data Outputs (Pins 15, 14, 13, 12)-MC145027 Only

These outputs present the binary information that is on encoder inputs A6/D6 through A9/D9. Only binary data is acknowledged; a trinary open at the MC145026 encoder is decoded as a high level (logic 1).

**$D_{in}$**

#### Data In (Pin 9)

This pin is the serial data input to the decoder. The input voltage must be at CMOS logic levels. The signal source driving this pin must be dc coupled.

### **R<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>** **Resistor 1, Capacitor 1 (Pins 6, 7)**

As shown in [Figure 3](#) and [Figure 4](#), these pins accept a resistor and capacitor that are used to determine whether a narrow pulse or wide pulse has been received. The time constant  $R_1 \times C_1$  should be set to 1.72 encoder clock periods:

$$R_1 C_1 = 3.95 R_{TC} C_{TC}$$

### **R<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>** **Resistor 2/Capacitor 2 (Pin 10)**

As shown in [Figure 3](#) and [Figure 4](#), this pin accepts a resistor and capacitor that are used to detect both the end of a received word and the end of a transmission. The time constant  $R_2 \times C_2$  should be 33.5 encoder clock periods (four data periods per [Figure 12](#)):  $R_2 C_2 = 77 R_{TC} C_{TC}$ . This time constant is used to determine whether the  $D_{in}$  pin has remained low for four data periods (end of transmission). A separate on-chip comparator looks at the voltage-equivalent two data periods ( $0.4 R_2 C_2$ ) to detect the dead time between received words within a transmission.

### **VT** **Valid Transmission Output (Pin 11)**

This valid transmission output goes high after the second word of an encoding sequence when the following conditions are satisfied:

1. the received addresses of both words match the local decoder address, and
2. the received data bits of both words match.

VT remains high until either a mismatch is received or no input signal is received for four data periods.

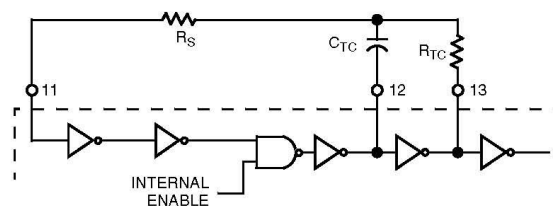
### **V<sub>SS</sub>** **Negative Power Supply (Pin 8)**

The most-negative supply potential. This pin is usually ground.

### **V<sub>DD</sub>** **Positive Power Supply (Pin 16)**

The most-positive power supply pin.

## Pin Descriptions



This oscillator operates at a frequency determined by the external RC network; i.e.,

$$f \approx \frac{1}{2.3 R_{TC} C_{TC'}} \text{ (Hz)}$$

for  $1 \text{ kHz} \leq f \leq 400 \text{ kHz}$

where:  $C_{TC'} = C_{TC} + C_{\text{layout}} + 12 \text{ pF}$

$R_S \approx 2 R_{TC}$

$R_S \geq 20 \text{ k}$

$R_{TC} \geq 10 \text{ k}$

$400 \text{ pF} < C_{TC} < 15 \text{ }\mu\text{F}$

The value for  $R_S$  should be chosen to be  $\geq 2$  times  $R_{TC}$ . This range ensures that current through  $R_S$  is insignificant compared to current through  $R_{TC}$ . The upper limit for  $R_S$  must ensure that  $R_S \times 5 \text{ pF}$  (input capacitance) is small compared to  $R_{TC} \times C_{TC}$ .

For frequencies outside the indicated range, the formula is less accurate. The minimum recommended oscillation frequency of this circuit is 1 kHz. Susceptibility to externally induced noise signals may occur for frequencies below 1 kHz and/or when resistors utilized are greater than 1 M $\Omega$ .

Figure 10. Encoder Oscillator Information

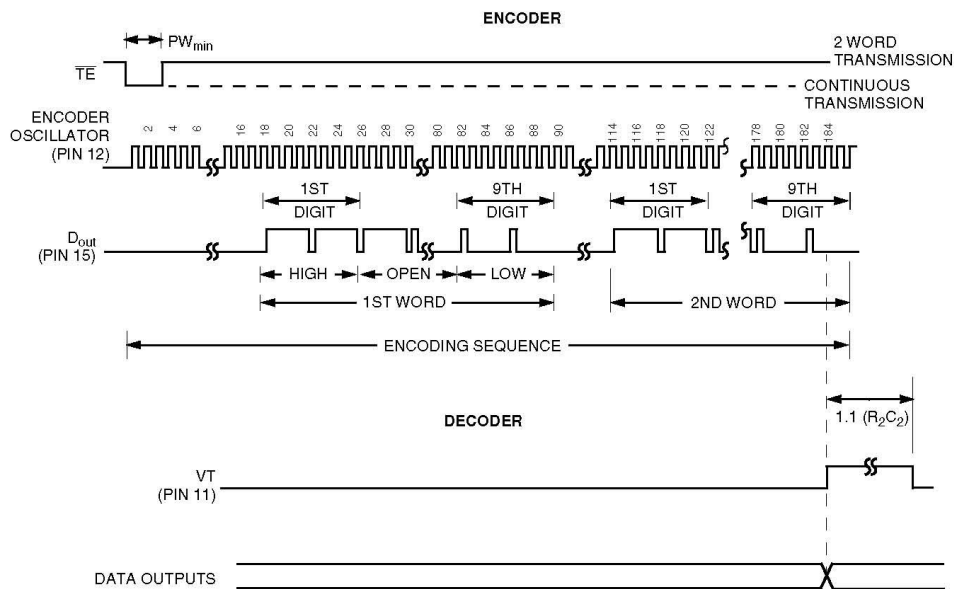


Figure 11. Timing Diagram

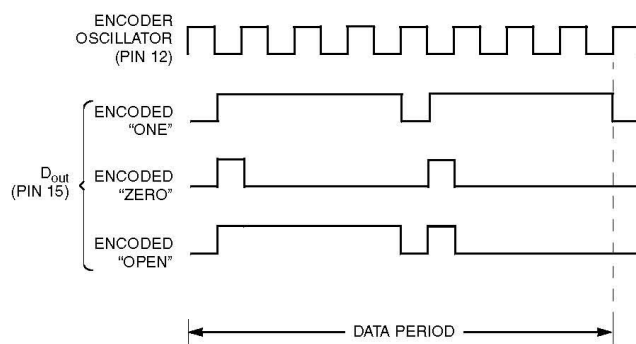
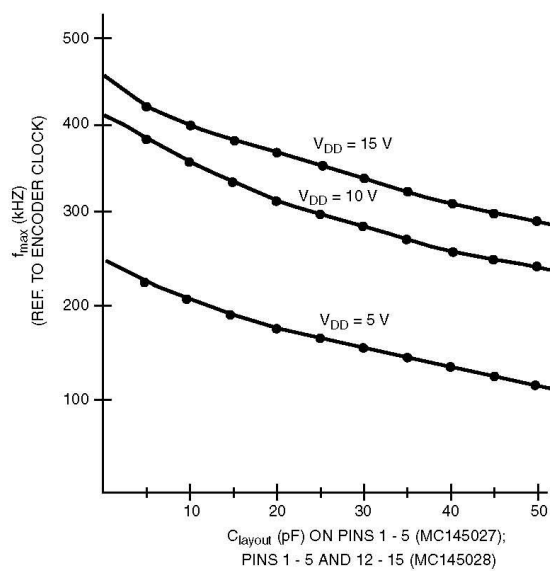


Figure 12. Encoder Data Waveforms

Figure 13.  $f_{\text{max}}$  vs  $C_{\text{layout}}$  - Decoders Only

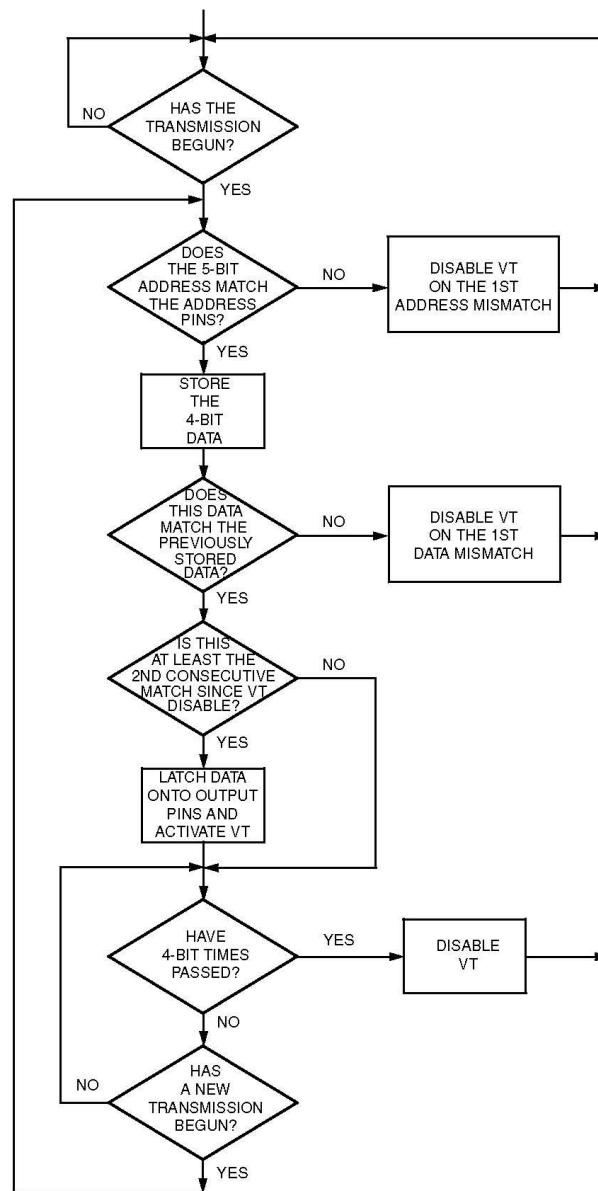


Figure 14. MC145027 Flowchart



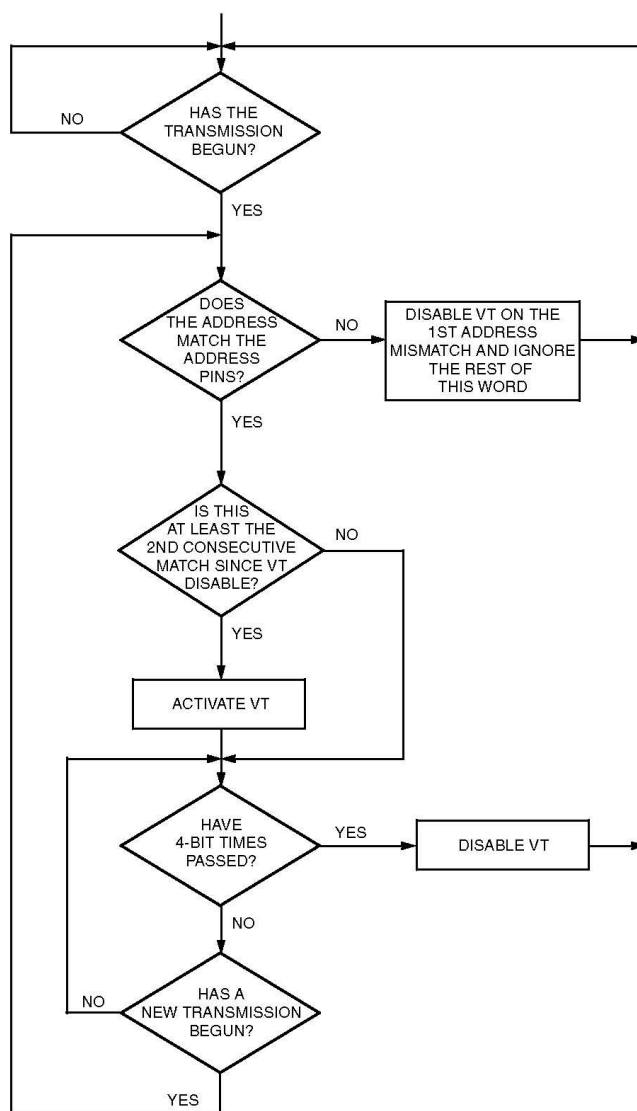


Figure 15. MC145028 Flowchart

## 5 MC145027 and MC145028 Timing

To verify the MC145027 or MC145028 timing, check the waveforms on C1 (Pin 7) and R2/C2 (Pin 10) as compared to the incoming data waveform on D<sub>in</sub> (Pin 9).

The R-C decay seen on C1 discharges down to  $1/3 V_{DD}$  before being reset to  $V_{DD}$ . This point of reset (labelled “DOS” in Figure 16) is the point in time where the decision is made whether the data seen on D<sub>in</sub> is a 1 or 0. DOS should not be too close to the D<sub>in</sub> data edges or intermittent operation may occur.

The other timing to be checked on the MC145027 and MC145028 is on R2/C2 (see Figure 17). The R-C decay is continually reset to  $V_{DD}$  as data is being transmitted. Only between words and after the end-of-transmission (EOT) does R2/C2 decay significantly from  $V_{DD}$ . R2/C2 can be used to identify the internal end-of-word (EOW) timing edge which is generated when R2/C2 decays to  $2/3 V_{DD}$ . The internal EOT timing edge occurs when R2/C2 decays to  $1/3 V_{DD}$ . When the waveform is being observed, the R-C decay should go down between the  $2/3$  and  $1/3 V_{DD}$  levels, but not too close to either level before data transmission on D<sub>in</sub> resumes.

Verification of the timing described above should ensure a good match between the MC145026 transmitter and the MC145027 and MC145028 receivers.

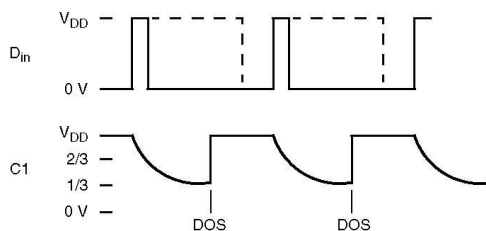


Figure 16. R-C Decay on Pin 7 (C1)

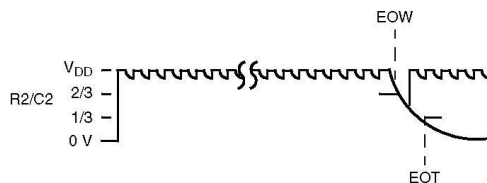
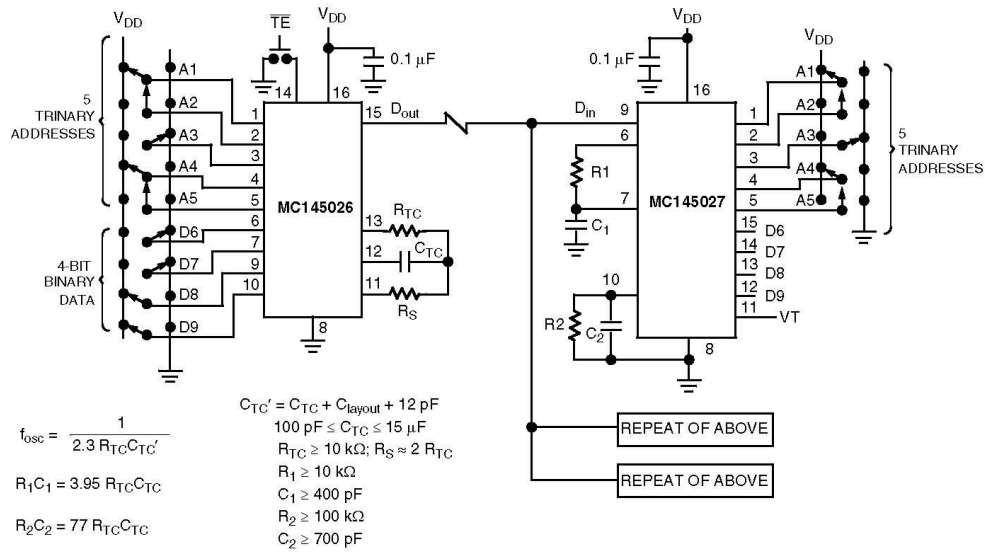


Figure 17. R-C Decay on Pin 10 (R2/C2)

Example R/C Values (All Resistors and Capacitors are  $\pm 5\%$ )(C<sub>TC'</sub> = C<sub>TC</sub> + 20 pF)

f <sub>osc</sub> (kHz)	R <sub>TC</sub>	C <sub>TC'</sub>	R <sub>S</sub>	R <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>
362	10 k	120 pF	20 k	10 k	470 pF	100 k	910 pF
181	10 k	240 pF	20 k	10 k	910 pF	100 k	1800 pF
88.7	10 k	490 pF	20 k	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
42.6	10 k	1020 pF	20 k	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	2020 pF	20 k	10 k	8200 pF	100 k	0.015 μF
8.53	10 k	5100 pF	20 k	10 k	0.02 μF	200 k	0.02 μF
1.71	50 k	5100 pF	100 k	50 k	0.02 μF	200 k	0.1 μF

Figure 18. Typical Application

## 6 Package Dimensions

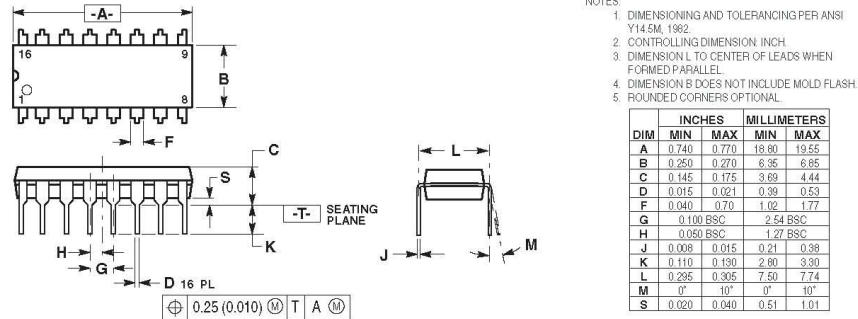


Figure 19. Outline Dimensions for P SUFFIX  
PLASTIC DIP (DUAL IN-LINE PACKAGE)  
(Case Outline 648-08, Issue R)

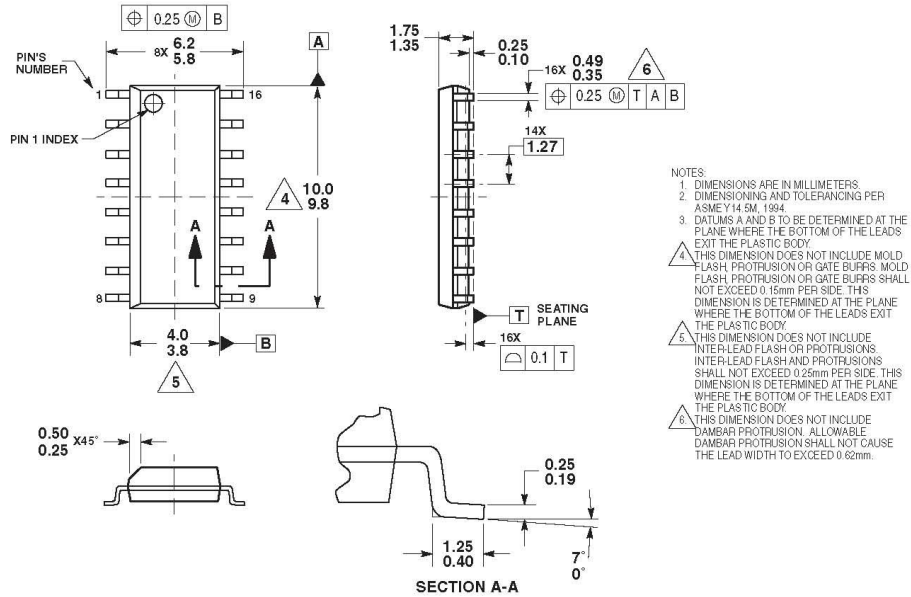
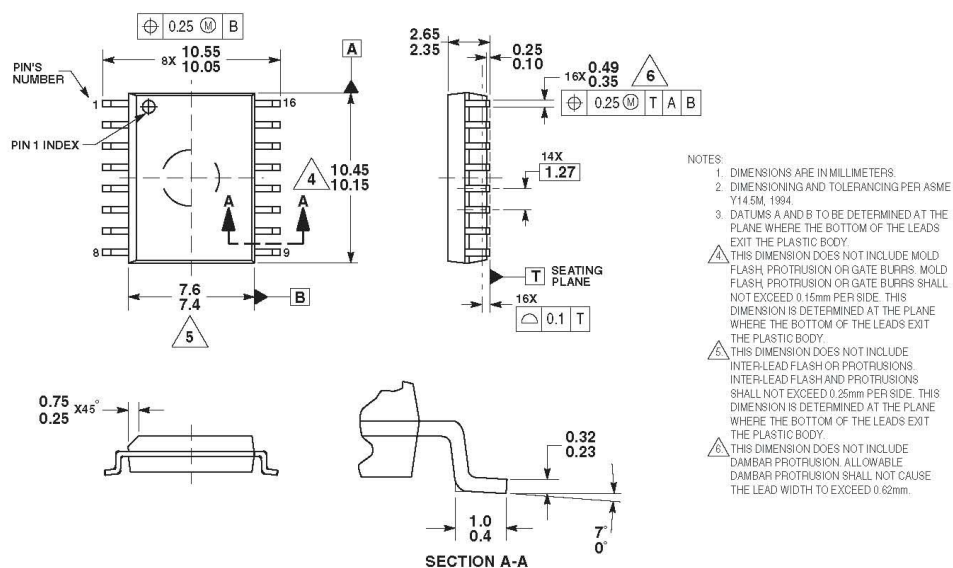


Figure 20. Outline Dimensions for D SUFFIX  
SOG (SMALL OUTLINE GULL-WING) PACKAGE  
(Case Outline 751B-05, Issue K)



**Figure 21. Outline Dimensions for DW SUFFIX SOG (SMALL OUTLINE GULL-WING) PACKAGE (Case Outline 751G-04, Issue D)**

### **How to Reach Us:**

**Home Page:**  
www.freescale.com

**E-mail:**  
support@freescale.com

**USA/Europe or Locations Not Listed:**  
Freescale Semiconductor  
Technical Information Center, CH370  
1300 N. Alma School Road  
Chandler, Arizona 85224  
+1-800-521-6274 or +1-480-768-2130  
support@freescale.com

**Europe, Middle East, and Africa:**  
Freescale Halbleiter Deutschland GmbH  
Technical Information Center  
Schatzbogen 7  
81829 Muenchen, Germany  
+44 1296 380 456 (English)  
+46 8 52200080 (English)  
+49 89 92103 559 (German)  
+33 1 69 35 48 48 (French)  
support@freescale.com

**Japan:**  
Freescale Semiconductor Japan Ltd.  
Headquarters  
ARCO Tower 15F  
1-8-1, Shimo-Meguro, Meguro-ku,  
Tokyo 153-0064  
Japan  
0120 191014 or +81 3 5437 9125  
support.japan@freescale.com

**Asia/Pacific:**  
Freescale Semiconductor Hong Kong Ltd.  
Technical Information Center  
2 Dai King Street  
Tai Po Industrial Estate  
Tai Po, N.T., Hong Kong  
+800 2666 8080  
support.asia@freescale.com

**For Literature Requests Only:**  
Freescale Semiconductor Literature Distribution Center  
P.O. Box 5405  
Denver, Colorado 80217  
1-800-441-2447 or 303-675-2140  
Fax: 303-675-2150  
LDCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use Freescale Semiconductor products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits or integrated circuits based on the information in this document.

Freescale Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Freescale Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Freescale Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in Freescale Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals", must be validated for each customer application by customer's technical experts. Freescale Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Freescale Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Freescale Semiconductor product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Freescale Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Freescale Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Freescale Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part.

Freescale™ and the Freescale logo are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners.  
© Freescale Semiconductor, Inc. 2005. All rights reserved.

## **Anexo IV – Datasheet do Acoplador Ótico TIL113**

## DESCRIPTION

The CNX48U, H11BX, MOC8080 and TIL113 have a gallium arsenide infrared emitter optically coupled to a silicon planar photodarlington.

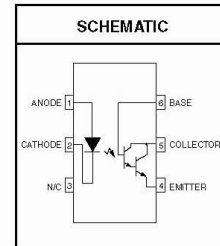
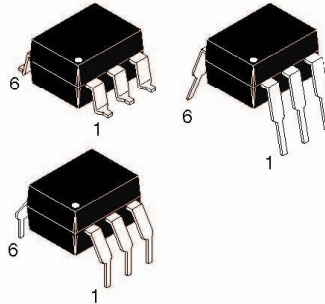
CNX48U	H11B1	H11B2	H11B255	H11B3
MOC8080	TIL113			

## FEATURES

- High sensitivity to low input drive current
- Meets or exceeds all JEDEC Registered Specifications
- VDE 0884 approval available as a test option  
-add option .300. (e.g., H11B1.300)

## APPLICATIONS

- Low power logic circuits
- Telecommunications equipment
- Portable electronics
- Solid state relays
- Interfacing coupling systems of different potentials and impedances.



Parameter	Symbol	Device	Value	Units
TOTAL DEVICE				
Storage Temperature	T <sub>STG</sub>	All	-55 to +150	°C
Operating Temperature	T <sub>OPR</sub>	All	-55 to +100	°C
Lead Solder Temperature	T <sub>SOL</sub>	All	260 for 10 sec	°C
Total Device Power Dissipation @ T <sub>A</sub> = 25°C Derate above 25°C	P <sub>D</sub>	All	250	mW
			3.3	mW/°C
EMITTER				
Continuous Forward Current	I <sub>F</sub>	All	100	mA
Reverse Voltage	V <sub>R</sub>	All	6	V
Forward Current - Peak (300 μs, 2% Duty Cycle)	I <sub>F</sub> (pk)	All	3.0	A
LED Power Dissipation @ T <sub>A</sub> = 25°C Derate above 25°C	P <sub>D</sub>	All	100	mW
			1.8	mW/°C
DETECTOR				
Collector-Emitter Breakdown Voltage	BV <sub>CEO</sub>	CNX48U, TIL113	30	V
		H11B1, H11B2 H11B3	25	
		H11B255 MOC8080	55	
Collector-Base Breakdown Voltage	BV <sub>CBO</sub>	CNX48U, H11B1 H11B2, H11B3 TIL113	30	V
		H11B255 MOC8080	55	V
Emitter-Collector Breakdown Voltage	BV <sub>ECO</sub>	All	7	V
Detector Power Dissipation @ T <sub>A</sub> = 25°C Derate above 25°C	P <sub>D</sub>	All	150	mW
			2.0	mW/°C



CNX48U	H11B1	H11B2	H11B255	H11B3
MOC8080	TIL113			

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified.)

**INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS**

Parameter	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ**	Max	Unit
<b>EMITTER</b>  Input Forward Voltage	$(I_F = 10 \text{ mA})$	$V_F$	H11B1, H11B2 H11B255 MOC8080 TIL113	0.8	1.2	1.5	V
	$(I_F = 10 \text{ mA})$		CNX48U		1.2	1.3	
	$(I_F = 10 \text{ mA}, T_A = -55^\circ\text{C})$		MOC8080	0.9	1.3	1.7	
	$(I_F = 10 \text{ mA}, T_A = 100^\circ\text{C})$			0.7	1.05	1.4	
	$(I_F = 50 \text{ mA})$		H11B3		1.35	1.5	
Reverse Leakage Current	$(V_R = 6 \text{ V})$	$I_R$	All		0.001	10	$\mu\text{A}$
Capacitance	$(V_F = 0 \text{ V}, f = 1.0 \text{ MHz})$	C	All		50		pF
<b>DETECTOR</b>  Collector-Emitter Breakdown Voltage	$(I_C = 1 \text{ mA}, I_F = 0)$	$BV_{CEO}$	CNX48U	30	60		V
	$(I_C = 100 \mu\text{A}, I_F = 0)$		TIL113				
	$(I_C = 10 \text{ mA}, I_F = 0)$		H11B1, H11B2 H11B3	25	60		
	$(I_C = 100 \mu\text{A}, I_F = 0)$		H11B255	55	70		
	$(I_C = 1 \text{ mA}, I_F = 0)$		MOC8080				
Collector-Base Breakdown Voltage	$(I_C = 100 \mu\text{A}, I_E = 0)$	$BV_{CBO}$	CNX48U, H11B1 H11B2, H11B3 TIL113	30	100		V
	$(I_C = 100 \mu\text{A}, I_F = 0)$		H11B255 MOC8080	55	100		
Emitter-Collector Breakdown Voltage	$(I_E = 100 \mu\text{A}, I_B = 0)$	$BV_{ECO}$	All	7	10		V
Collector-Emitter Dark Current	$(V_{CE} = 10 \text{ V}, \text{Base Open})$	$I_{CEO}$	All		1	100	nA

Note

\*\* Typical values at  $T_A = 25^\circ\text{C}$

CNX48U	H11B1	H11B2	H11B255	H11B3
MOC8080	TIL113			

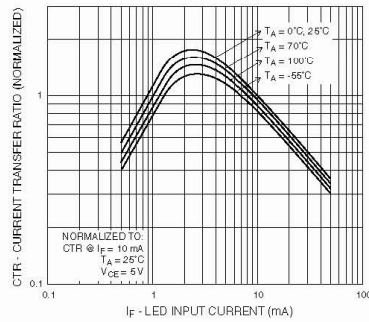
TRANSFER CHARACTERISTICS (T <sub>A</sub> = 25°C Unless otherwise specified.)							
DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ**	Max	Units
Collector Output Current <sup>(1)</sup>	(I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 5 V)	I <sub>C</sub> (CTR)	MOC8080	50 (500)			mA (%)
			H11B255	10 (100)			
	(I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 1 V)		CNX48U	60 (600)			
			TIL113	30 (300)			
	(I <sub>F</sub> = 1 mA, V <sub>CE</sub> = 5 V)		H11B1	5 (500)			
			H11B2	2 (200)			
			H11B3	1 (100)			
	(I <sub>F</sub> = 1 mA, V <sub>CE</sub> = 1 V)		CNX48U	5 (500)			
	(I <sub>F</sub> = 0.5 mA, V <sub>CE</sub> = 1 V)			1.75 (350)			
Saturation Voltage	(I <sub>F</sub> = 1 mA, I <sub>C</sub> = 1 mA)	V <sub>CE(sat)</sub>	H11B1, H11B2 H11B3, MOC8080			1.0	V
			CNX48U			1.0	
			H11B255			1.0	
			TIL113			1.25	
AC Characteristics	(I <sub>C</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 10 V) (R <sub>L</sub> = 100 Ω) (Fig.7)	t <sub>on</sub>	H11B1 H11B2		25		μs
		t <sub>off</sub>	H11B255 H11B3		18		
	(I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CC</sub> = 5 V) (R <sub>E</sub> = 100 Ω), (R <sub>BE</sub> = 1MΩ) (Fig. 8)	t <sub>on</sub>	CNX48U		3.5		
		t <sub>off</sub>			36		
	(I <sub>F</sub> = 1 mA, V <sub>CC</sub> = 5 V) (R <sub>E</sub> = 1kΩ), (R <sub>BE</sub> = 10MΩ) (Fig. 8)	t <sub>on</sub>			70		
		t <sub>off</sub>			190		
	(I <sub>F</sub> = 5 mA, V <sub>CC</sub> = 10 V) (R <sub>L</sub> = 100 Ω) (Fig.7)	t <sub>on</sub>	MOC8080		3.5		
		t <sub>off</sub>			25		
	(I <sub>F</sub> = 200 mA, I <sub>C</sub> = 50 mA) (V <sub>CC</sub> = 10 V) (R <sub>L</sub> = 100 Ω) (Fig.7)	t <sub>on</sub>	TIL113		0.35	5	
		t <sub>off</sub>			55	100	

ISOLATION CHARACTERISTICS						
Characteristic	Test Conditions	Symbol	Min	Typ**	Max	Units
Input-Output Isolation Voltage <sup>(2)</sup>	(I <sub>I-O</sub> ≤ 1 μA, V <sub>rms</sub> , t = 1 min.)		5300			Vac(rms)
Isolation Resistance <sup>(2)</sup>	(V <sub>I-O</sub> = 500 VDC)	R <sub>ISO</sub>		10 <sup>11</sup>		Ω
Isolation Capacitance <sup>(2)</sup>	(V <sub>I-O</sub> = ∅, f = 1 MHz)	C <sub>ISO</sub>		0.8		pf

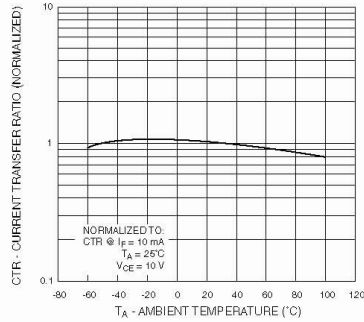
Note  
\*\* Typical values at T<sub>A</sub> = 25°C

CNX48U H11B1 H11B2 H11B255 H11B3  
MOC8080 TIL113

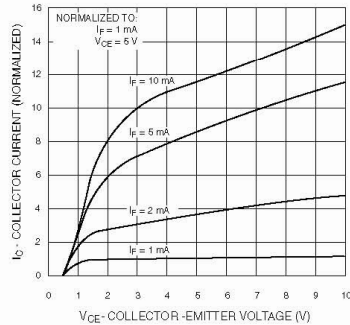
**Fig. 1 Output Current vs. Input Current**



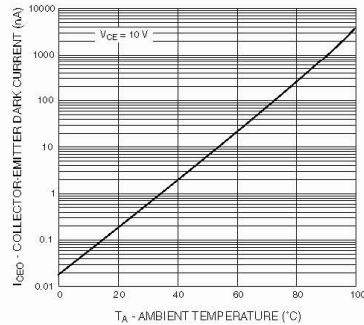
**Fig. 2 Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature**



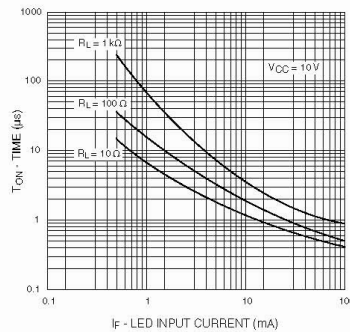
**Fig. 3 Collector Current vs. Collector-Emitter Voltage**



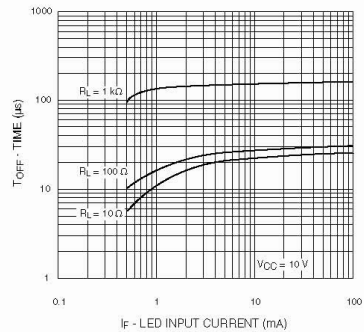
**Fig. 4 Dark Current vs. Ambient Temperature**



**Fig. 5 Turn-On Time vs. Input Current**



**Fig. 6 Turn-Off Time vs. Input Current**



CNX48U	H11B1	H11B2	H11B255	H11B3
MOC8080	TIL113			

**TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES**

(25°C Free air temperature unless otherwise specified) (Cont.)

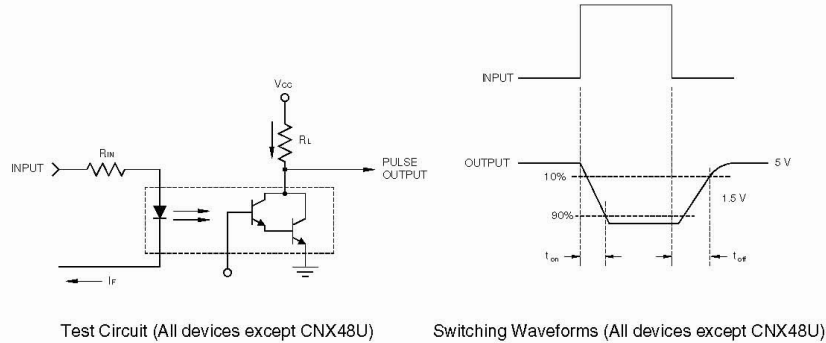


Fig. 7 Switching Time Test Circuit and Waveforms (All devices except CNX48U)

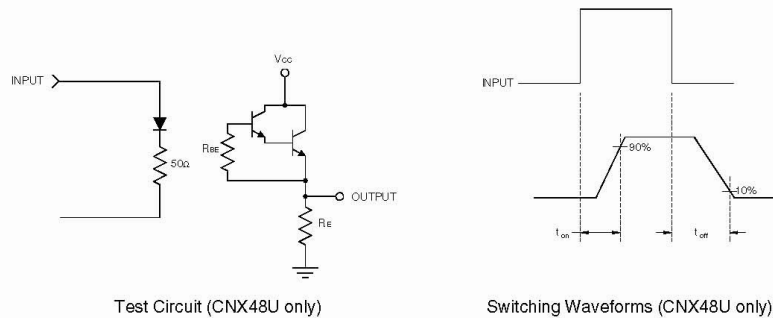


Fig. 8 Switching Time Test Circuit and Waveforms (CNX48U only)

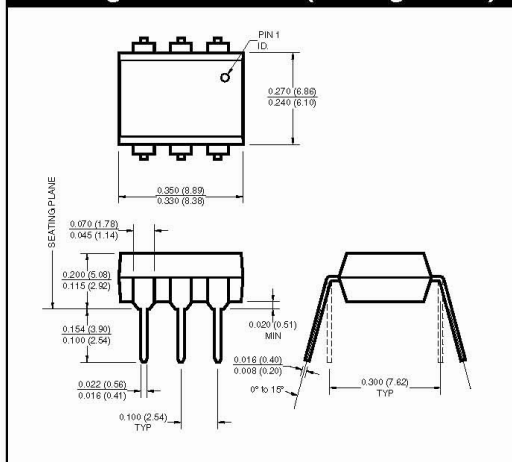
**Notes**

1. The current transfer ratio ( $I_C/I_F$ ) is the ratio of the detector collector current to the LED input current with  $V_{CE}$  @ 10 V.
2. For this test, LED pins 1 and 2 are common and phototransistor pins 4,5 and 6 are common.

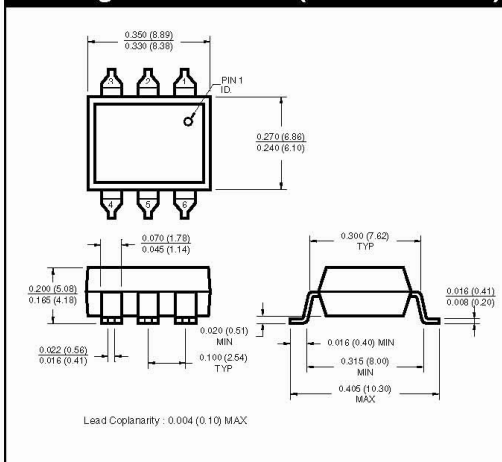
6/1/00 200042A

CNX48U	H11B1	H11B2	H11B255	H11B3
MOC8080	TIL113			

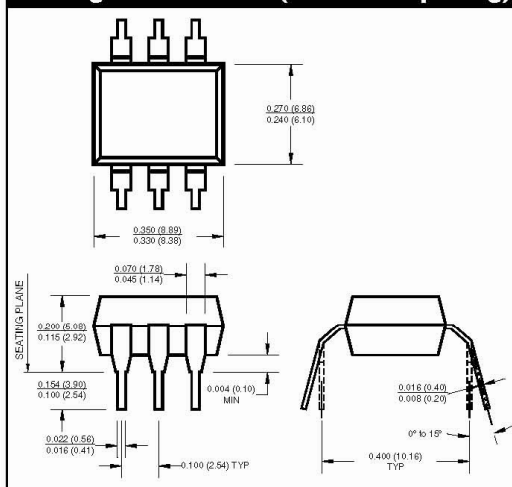
### Package Dimensions (Through Hole)



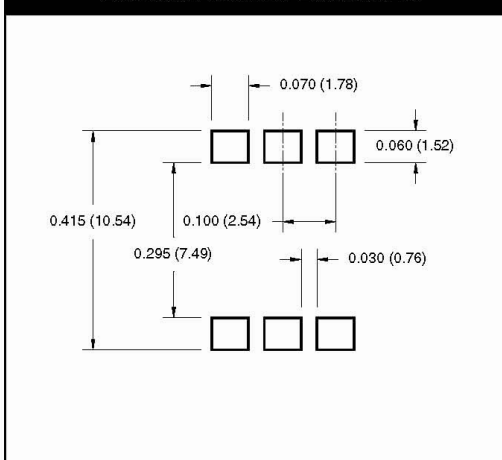
### Package Dimensions (Surface Mount)



### Package Dimensions (0.4"Lead Spacing)



### Recommended Pad Layout for Surface Mount Leadform



**NOTE**

All dimensions are in inches (millimeters)

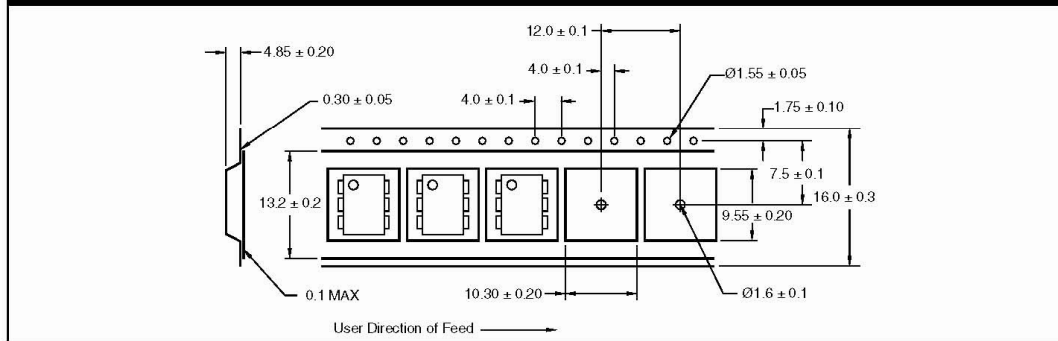
6/1/00 200042A

CNX48U	H11B1	H11B2	H11B255	H11B3
MOC8080	TIL113			

**ORDERING INFORMATION**

Option	Order Entry Identifier	Description
S	.S	Surface Mount Lead Bend
SD	.SD	Surface Mount; Tape and reel
W	.W	0.4" Lead Spacing
300	.300	VDE 0884
300W	.300W	VDE 0884, 0.4" Lead Spacing
3S	.3S	VDE 0884, Surface Mount
3SD	.3SD	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

**QT Carrier Tape Specifications ("D" Taping Orientation)**



**NOTE**

All dimensions are millimeters

6/1/00 200042A

### DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

### LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

## **Anexo V – Datasheet do NE555**





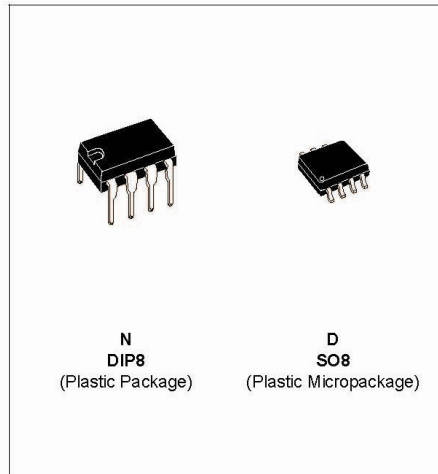
## NE555 SA555 - SE555

### GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

- LOW TURN OFF TIME
- MAXIMUM OPERATING FREQUENCY GREATER THAN 500kHz
- TIMING FROM MICROSECONDS TO HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONOSTABLE MODES
- HIGH OUTPUT CURRENT CAN SOURCE OR SINK 200mA
- ADJUSTABLE DUTY CYCLE
- TTL COMPATIBLE
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER°C

#### DESCRIPTION

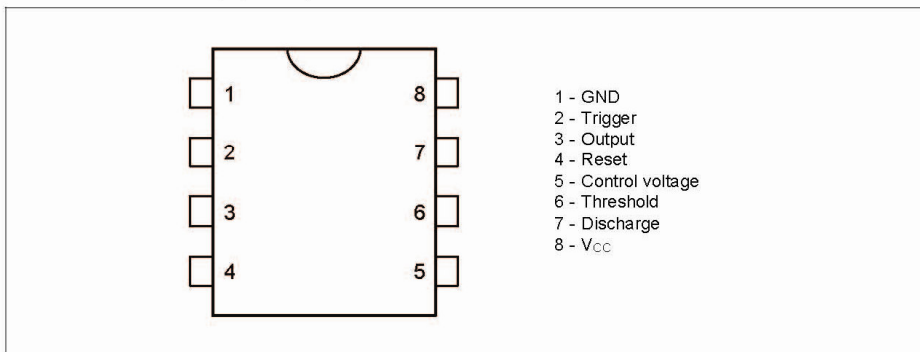
The NE555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA. The NE555 is available in plastic and ceramic minidip package and in a 8-lead micropackage and in metal can package version.



#### ORDER CODES

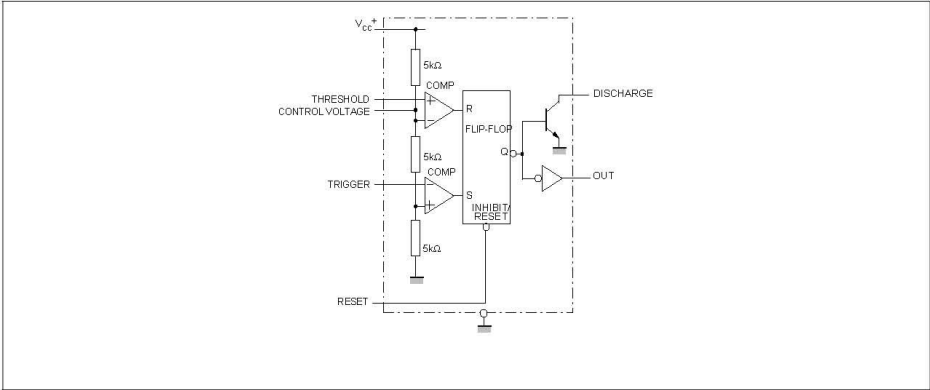
Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
NE555	0°C, 70°C	•	•
SA555	-40°C, 105°C	•	•
SE555	-55°C, 125°C	•	•

#### PIN CONNECTIONS (top view)

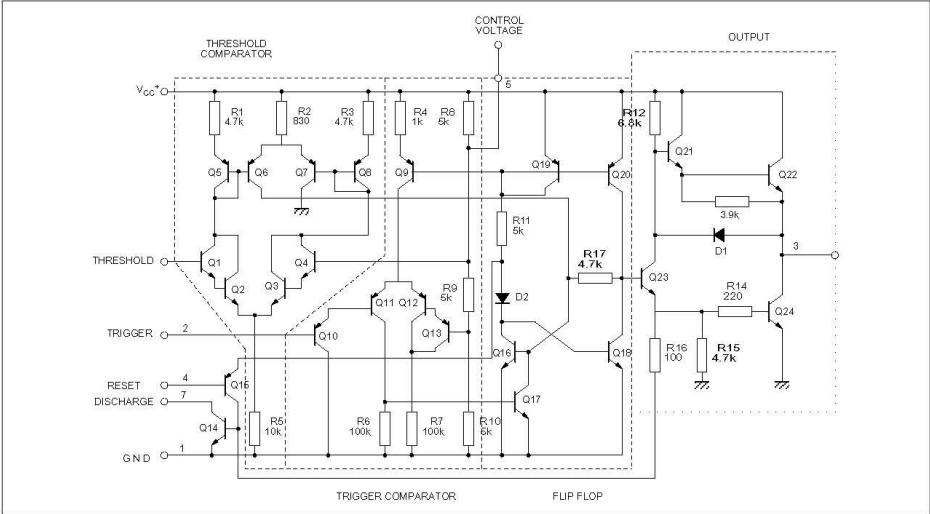


NE555/SA555/SE555

BLOCK DIAGRAM



SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{CC}$	Supply Voltage	18	V
$T_{oper}$	Operating Free Air Temperature Range	0 to 70 -40 to 105 -55 to 125	$^{\circ}C$
$T_j$	Junction Temperature	150	$^{\circ}C$
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-65 to 150	$^{\circ}C$



## OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	SE555	NE555 - SA555	Unit
$V_{CC}$	Supply Voltage	4.5 to 18	4.5 to 18	V
$V_{th}$ , $V_{trig}$ , $V_{cl}$ , $V_{reset}$	Maximum Input Voltage	$V_{CC}$	$V_{CC}$	V

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_{amb} = +25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC} = +5\text{V}$  to  $+15\text{V}$  (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	SE555			NE555 - SA555			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
$I_{CC}$	Supply Current ( $R_L = \infty$ ) (- note 1)							mA
	Low State $V_{CC} = +5\text{V}$		3	5		3	6	
	High State $V_{CC} = +5\text{V}$		10	12		10	15	
	Timing Error (monostable) ( $R_A = 2\text{k}$ to $100\text{k}\Omega$ , $C = 0.1\mu\text{F}$ )							% ppm/ $^{\circ}\text{C}$ %/V
	Initial Accuracy - (note 2)		0.5	2		1	3	
	Drift with Temperature		30	100		50		
	Drift with Supply Voltage		0.05	0.2		0.1	0.5	
	Timing Error (astable) ( $R_A, R_B = 1\text{k}\Omega$ to $100\text{k}\Omega$ , $C = 0.1\mu\text{F}$ , $V_{CC} = +15\text{V}$ )							% ppm/ $^{\circ}\text{C}$ %/V
	Initial Accuracy - (note 2)		1.5			2.25		
	Drift with Temperature		90			150		
	Drift with Supply Voltage		0.15			0.3		
$V_{CL}$	Control Voltage level							V
	$V_{CC} = +15\text{V}$ $V_{CC} = +5\text{V}$	9.6 2.9	10 3.33	10.4 3.8	9 2.6	10 3.33	11 4	
$V_{th}$	Threshold Voltage							V
	$V_{CC} = +15\text{V}$ $V_{CC} = +5\text{V}$	9.4 2.7	10 3.33	10.6 4	8.8 2.4	10 3.33	11.2 4.2	
$I_{th}$	Threshold Current - (note 3)		0.1	0.25		0.1	0.25	$\mu\text{A}$
$V_{trig}$	Trigger Voltage							V
	$V_{CC} = +15\text{V}$ $V_{CC} = +5\text{V}$	4.8 1.45	5 1.67	5.2 1.9	4.5 1.1	5 1.67	5.6 2.2	
$I_{trig}$	Trigger Current ( $V_{trig} = 0\text{V}$ )		0.5	0.9		0.5	2.0	$\mu\text{A}$
$V_{reset}$	Reset Voltage - (note 4)	0.4	0.7	1	0.4	0.7	1	V
$I_{reset}$	Reset Current							mA
	$V_{reset} = +0.4\text{V}$ $V_{reset} = 0\text{V}$		0.1 0.4	0.4 1		0.1 0.4	0.4 1.5	
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage							V
	$V_{CC} = +15\text{V}$ , $I_{O(sink)} = 10\text{mA}$		0.1	0.15		0.1	0.25	
	$I_{O(sink)} = 50\text{mA}$		0.4	0.5		0.4	0.75	
	$I_{O(sink)} = 100\text{mA}$		2	2.2		2	2.5	
	$I_{O(sink)} = 200\text{mA}$		2.5			2.5		
	$V_{CC} = +5\text{V}$ , $I_{O(sink)} = 8\text{mA}$		0.1	0.25		0.3	0.4	
$V_{OH}$	High Level Output Voltage							V
	$V_{CC} = +15\text{V}$ , $I_{O(source)} = 200\text{mA}$		12.5			12.5		
	$I_{O(source)} = 100\text{mA}$	13	13.3		12.75	13.3		
$V_{CC} = +5\text{V}$ , $I_{O(source)} = 100\text{mA}$		3	3.3		2.75	3.3		

- Notes :
1. Supply current when output is high is typically 1mA less.
  2. Tested at  $V_{CC} = +5\text{V}$  and  $V_{CC} = +15\text{V}$ .
  3. This will determine the maximum value of  $R_A + R_B$  for +15V operation the max total is  $R = 20\text{M}\Omega$  and for 5V operation the max total  $R = 3.5\text{M}\Omega$ .

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	SE555			NE555 - SA555			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
$I_{dis(off)}$	Discharge Pin Leakage Current (output high) ( $V_{dis} = 10V$ )		20	100		20	100	nA
$V_{dis(sat)}$	Discharge pin Saturation Voltage (output low) - (note 5) $V_{CC} = +15V, I_{dis} = 15mA$ $V_{CC} = +5V, I_{dis} = 4.5mA$		180 80	480 200		180 80	480 200	mV
$t_r$ $t_f$	Output Rise Time Output Fall Time		100 100	200 200		100 100	300 300	ns
$t_{off}$	Turn off Time - (note 6) ( $V_{reset} = V_{CC}$ )		0.5			0.5		$\mu s$

Notes : 5. No protection against excessive Pin 7 current is necessary, providing the package dissipation rating will not be exceeded.  
6. Time measured from a positive going input pulse from 0 to  $0.8 \times V_{CC}$  into the threshold to the drop from high to low of the output trigger is tied to threshold.

Figure 1 : Minimum Pulse Width Required for Trigering

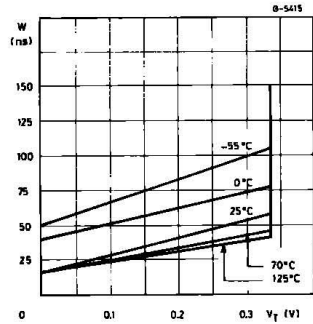


Figure 2 : Supply Current versus Supply Voltage

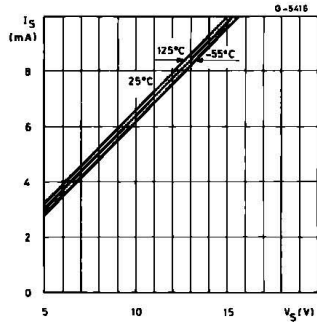


Figure 3 : Delay Time versus Temperature

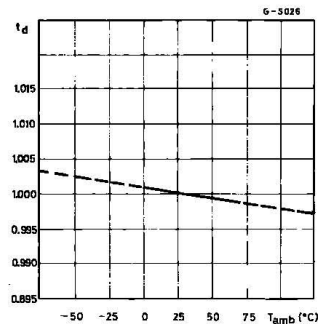


Figure 4 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

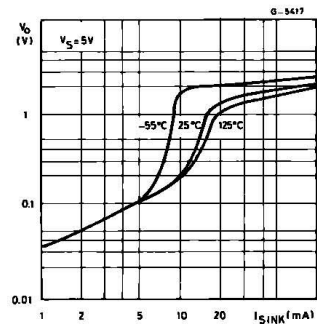


Figure 5 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

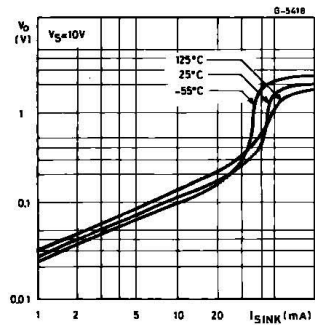


Figure 6 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

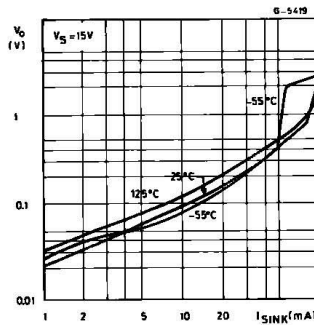


Figure 7 : High Output Voltage Drop versus Output

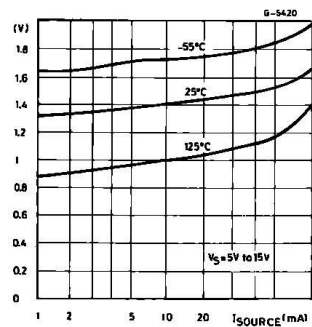


Figure 8 : Delay Time versus Supply Voltage

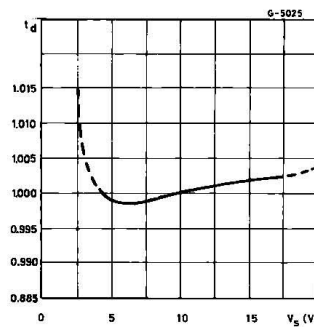
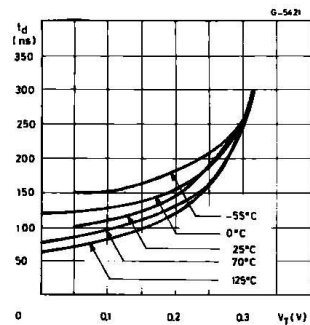


Figure 9 : Propagation Delay versus Voltage Level of Trigger Value

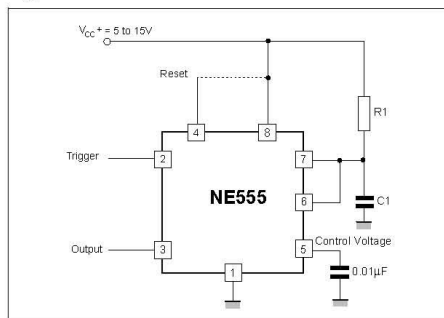


## APPLICATION INFORMATION

## MONOSTABLE OPERATION

In the monostable mode, the timer functions as a one-shot. Referring to figure 10 the external capacitor is initially held discharged by a transistor inside the timer.

Figure 10



The circuit triggers on a negative-going input signal when the level reaches  $1/3 V_{CC}$ . Once triggered, the circuit remains in this state until the set time has elapsed, even if it is triggered again during this interval. The duration of the output HIGH state is given by  $t = 1.1 R_1 C_1$  and is easily determined by figure 12.

Notice that since the charge rate and the threshold level of the comparator are both directly proportional to supply voltage, the timing interval is independent of supply. Applying a negative pulse simultaneously to the reset terminal (pin 4) and the trigger terminal (pin 2) during the timing cycle discharges the external capacitor and causes the cycle to start over. The timing cycle now starts on the positive edge of the reset pulse. During the time the reset pulse is applied, the output is driven to its LOW state.

When a negative trigger pulse is applied to pin 2, the flip-flop is set, releasing the short circuit across the external capacitor and driving the output HIGH. The voltage across the capacitor increases exponentially with the time constant  $\tau = R_1 C_1$ . When the voltage across the capacitor equals  $2/3 V_{CC}$ , the comparator resets the flip-flop which then discharge the capacitor rapidly and drives the output to its LOW state.

Figure 11 shows the actual waveforms generated in this mode of operation.

When Reset is not used, it should be tied high to avoid any possibly or false triggering.

Figure 11

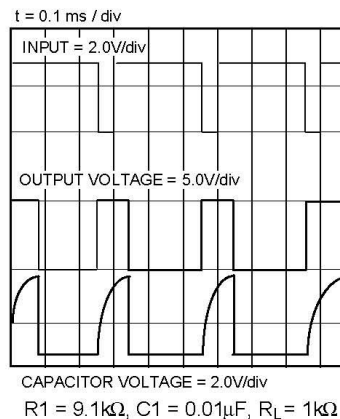
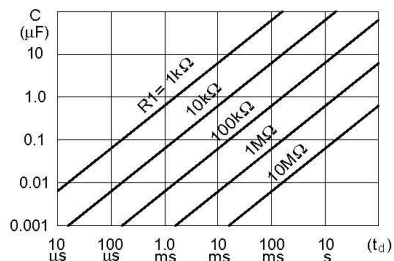


Figure 12



## ASTABLE OPERATION

When the circuit is connected as shown in figure 13 (pin 2 and 6 connected) it triggers itself and free runs as a multivibrator. The external capacitor charges through  $R_1$  and  $R_2$  and discharges through  $R_2$  only. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

In the astable mode of operation,  $C_1$  charges and discharges between  $1/3 V_{CC}$  and  $2/3 V_{CC}$ . As in the triggered mode, the charge and discharge times and therefore frequency are independent of the supply voltage.

Figure 13

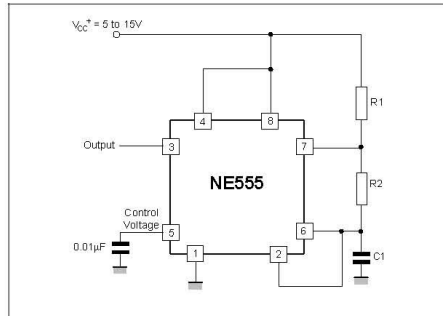


Figure 14 shows actual waveforms generated in this mode of operation.

The charge time (output HIGH) is given by :

$$t_1 = 0.693 (R_1 + R_2) C_1$$

and the discharge time (output LOW) by :

$$t_2 = 0.693 (R_2) C_1$$

Thus the total period T is given by :

$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_1 + 2R_2) C_1$$

The frequency of oscillation is then :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) C_1}$$

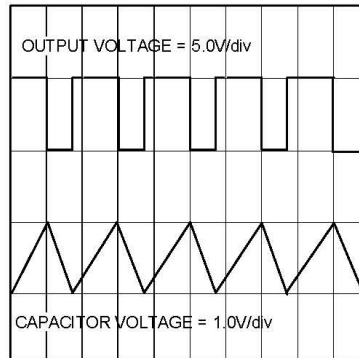
and may be easily found by figure 15.

The duty cycle is given by :

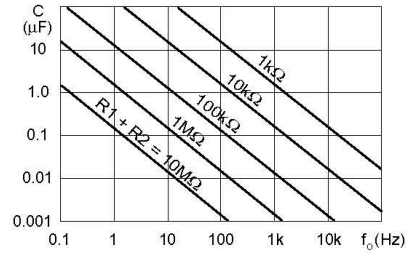
$$D = \frac{R_2}{R_1 + 2R_2}$$

Figure 14

t = 0.5 ms / div



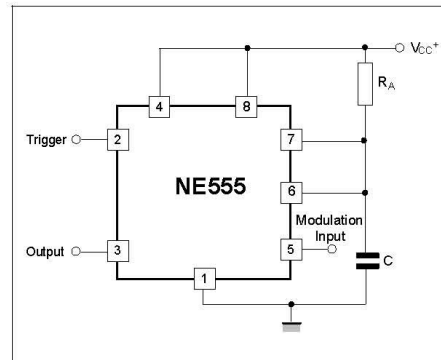
$R_1 = R_2 = 4.8k\Omega$ ,  $C_1 = 0.1\mu F$ ,  $R_L = 1k\Omega$

Figure 15 : Free Running Frequency versus  $R_1$ ,  $R_2$  and  $C_1$ 

#### PULSE WIDTH MODULATOR

When the timer is connected in the monostable mode and triggered with a continuous pulse train, the output pulse width can be modulated by a signal applied to pin 5. Figure 16 shows the circuit.

Figure 16 : Pulse Width Modulator.



### LINEAR RAMP

When the pullup resistor,  $R_A$ , in the monostable circuit is replaced by a constant current source, a linear ramp is generated. Figure 17 shows a circuit configuration that will perform this function.

Figure 17.

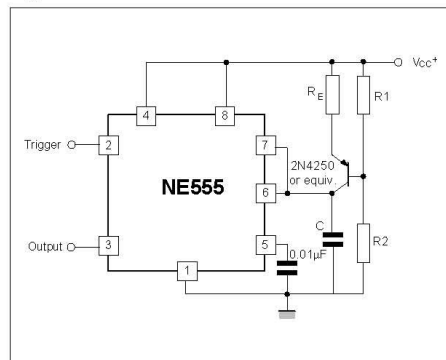
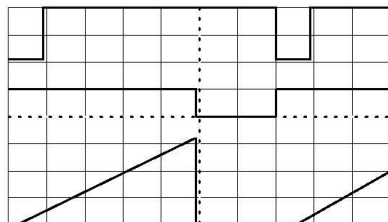


Figure 18 shows waveforms generated by the linear ramp.

The time interval is given by :

$$T = \frac{(2/3 V_{CC} R_E (R_1 + R_2) C)}{R_1 V_{CC} - V_{BE} (R_1 + R_2)} \quad V_{BE} = 0.6V$$

Figure 18 : Linear Ramp.



$V_{CC} = 5V$   
Time = 20μs/DIV  
 $R_1 = 47k\Omega$   
 $R_2 = 100k\Omega$   
 $R_E = 2.7k\Omega$   
 $C = 0.01\mu F$

Top trace : input 3V/DIV  
Middle trace : output 5V/DIV  
Bottom trace : output 5V/DIV  
Bottom trace : capacitor voltage 1V/DIV

### 50% DUTY CYCLE OSCILLATOR

For a 50% duty cycle the resistors  $R_A$  and  $R_E$  may be connected as in figure 19. The time period for the output high is the same as previous,

$$t_1 = 0.693 R_A C.$$

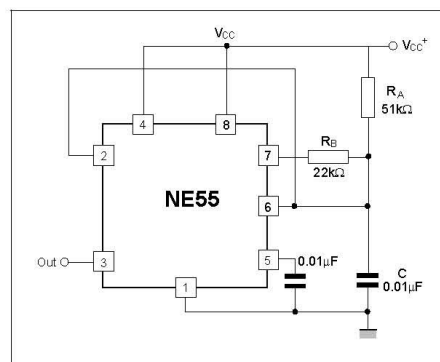
For the output low it is  $t_2 =$

$$\left[ \frac{(R_A R_B)}{(R_A + R_B)} \right] C \ln \left[ \frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A} \right]$$

$$\text{Thus the frequency of oscillation is } f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$

Note that this circuit will not oscillate if  $R_B$  is greater

Figure 19 : 50% Duty Cycle Oscillator.



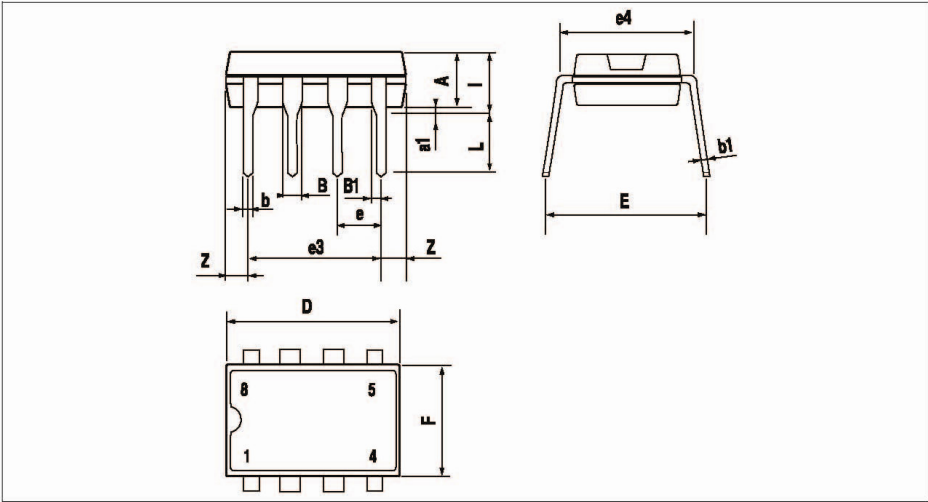
than  $1/2 R_A$  because the junction of  $R_A$  and  $R_B$  cannot bring pin 2 down to  $1/3 V_{CC}$  and trigger the lower comparator.

### ADDITIONAL INFORMATION

Adequate power supply bypassing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is  $0.1\mu F$  in parallel with  $1\mu F$  electrolytic.



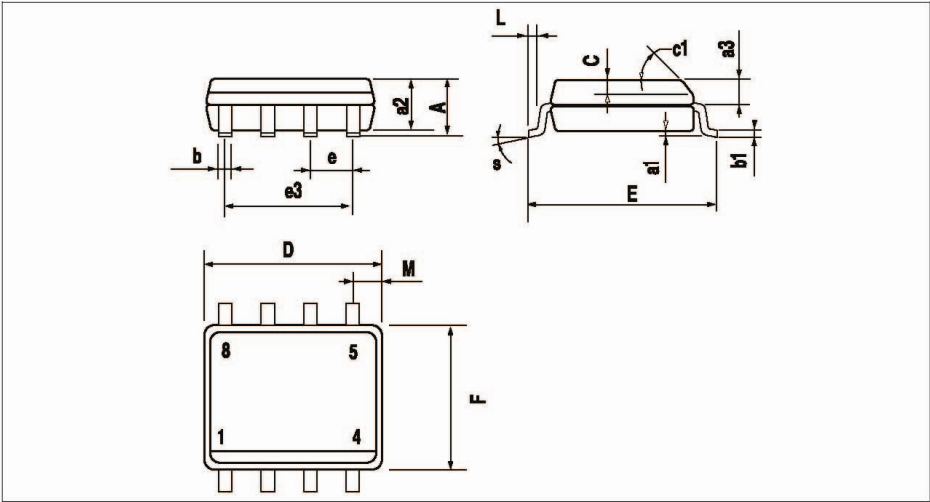
PACKAGE MECHANICAL DATA  
8 PINS - PLASTIC DIP



Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A		3.32			0.131	
a1	0.51			0.020		
B	1.15		1.65	0.045		0.065
b	0.356		0.55	0.014		0.022
b1	0.204		0.304	0.008		0.012
D			10.92			0.430
E	7.95		9.75	0.313		0.384
e		2.54			0.100	
e3		7.62			0.300	
e4		7.62			0.300	
F			6.6			0.260
i			5.08			0.200
L	3.18		3.81	0.125		0.150
Z			1.52			0.060

NE555/SA555/SE555

PACKAGE MECHANICAL DATA  
8 PINS - PLASTIC MICROPACKAGE (SO)



Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.010
a2			1.65			0.065
a3	0.65		0.85	0.026		0.033
b	0.35		0.48	0.014		0.019
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C	0.25		0.5	0.010		0.020
c1	45° (typ.)					
D	4.8		5.0	0.189		0.197
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		3.81			0.150	
F	3.8		4.0	0.150		0.157
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.6			0.024
S	8° (max.)					

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a trademark of STMicroelectronics

© 1998 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved  
STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - France - Germany - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Mexico - Morocco  
The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.



## **Anexo VI – Datasheet do CD4069UB**

## CD4069UBM/CD4069UBC Inverter Circuits

### General Description

The CD4069UB consists of six inverter circuits and is manufactured using complementary MOS (CMOS) to achieve wide power supply operating range, low power consumption, high noise immunity, and symmetric controlled rise and fall times.

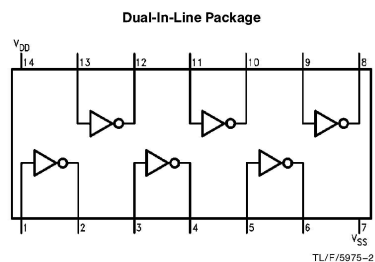
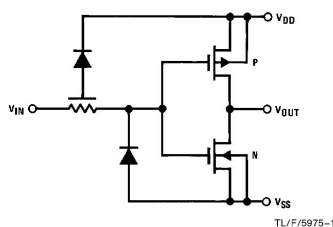
This device is intended for all general purpose inverter applications where the special characteristics of the MM74C901, MM74C903, MM74C907, and CD4049A Hex Inverter/Buffers are not required. In those applications requiring larger noise immunity the MM74C14 or MM74C914 Hex Schmitt Trigger is suggested.

All inputs are protected from damage due to static discharge by diode clamps to  $V_{DD}$  and  $V_{SS}$ .

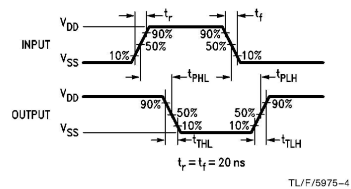
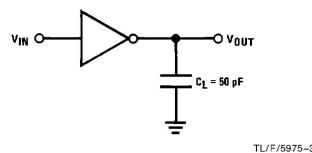
### Features

- Wide supply voltage range 3.0V to 15V
- High noise immunity 0.45  $V_{DD}$  typ.
- Low power TTL compatibility Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS
- Equivalent to MM54C04/MM74C04

### Schematic and Connection Diagram



### AC Test Circuits and Switching Time Waveforms



**Absolute Maximum Ratings** (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

DC Supply Voltage ( $V_{DD}$ )  $-0.5V$  to  $+18V_{DD}$

Input Voltage ( $V_{IN}$ )  $-0.5V$  to  $V_{DD} + 0.5V_{DD}$

Storage Temperature Range ( $T_S$ )  $-65^{\circ}C$  to  $+150^{\circ}C$

Power Dissipation ( $P_D$ )

Dual-In-Line 700 mW

Small Outline 500 mW

Lead Temperature ( $T_L$ )

(Soldering, 10 seconds)  $260^{\circ}C$

**Recommended Operating****Conditions** (Note 2)

DC Supply Voltage ( $V_{DD}$ )

$3V$  to  $15V_{DD}$

Input Voltage ( $V_{IN}$ )

$0V$  to  $V_{DD} V_{DD}$

Operating Temperature Range ( $T_A$ )

$-55^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$

CD4069UBM

$-40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$

CD4069UBC

**DC Electrical Characteristics** CD4069UBM (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	$-55^{\circ}C$		$+25^{\circ}C$			$+125^{\circ}C$		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
$I_{DD}$	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V$ , $V_{IN} = V_{DD}$ or $V_{SS}$		0.25			0.25		7.5	$\mu A$
		$V_{DD} = 10V$ , $V_{IN} = V_{DD}$ or $V_{SS}$		0.5			0.5		15	$\mu A$
		$V_{DD} = 15V$ , $V_{IN} = V_{DD}$ or $V_{SS}$		1.0			1.0		30	$\mu A$
		$V_{DD} = 5V$ , $V_{DD} = 10V$ , $V_{DD} = 15V$		0.05 0.05 0.05		0 0 0	0.05 0.05 0.05		0.05 0.05 0.05	V V V
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$ I_O  < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 10V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 15V$		0.05		0	0.05		0.05	V
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$ I_O  < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V$	4.95		4.95	5		4.95		V
		$V_{DD} = 10V$	9.95		9.95	10		9.95		V
		$V_{DD} = 15V$	14.95		14.95	15		14.95		V
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage	$ I_O  < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V$ , $V_O = 4.5V$		1.0			1.0		1.0	V
		$V_{DD} = 10V$ , $V_O = 9V$		2.0			2.0		2.0	V
		$V_{DD} = 15V$ , $V_O = 13.5V$		3.0			3.0		3.0	V
$V_{IH}$	High Level Input Voltage	$ I_O  < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V$ , $V_O = 0.5V$	4.0		4.0			4.0		V
		$V_{DD} = 10V$ , $V_O = 1V$	8.0		8.0			8.0		V
		$V_{DD} = 15V$ , $V_O = 1.5V$	12.0		12.0			12.0		V
$I_{OL}$	Low Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V$ , $V_O = 0.4V$	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		$V_{DD} = 10V$ , $V_O = 0.5V$	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		$V_{DD} = 15V$ , $V_O = 1.5V$	4.2		3.4	8.8		2.4		mA
		$V_{DD} = 5V$ , $V_O = 4.6V$	-0.64		-0.51	-0.88		-0.36		mA
$I_{OH}$	High Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 10V$ , $V_O = 9.5V$	-1.6		-1.3	-2.25		-0.9		mA
		$V_{DD} = 15V$ , $V_O = 13.5V$	-4.2		-3.4	-8.8		-2.4		mA
$I_{IN}$	Input Current	$V_{DD} = 15V$ , $V_{IN} = 0V$		-0.10		$-10^{-5}$	-0.10		-1.0	$\mu A$
		$V_{DD} = 15V$ , $V_{IN} = 15V$		0.10		$10^{-5}$	0.10		1.0	$\mu A$

**Note 1:** "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

**Note 2:**  $V_{SS} = 0V$  unless otherwise specified.

**Note 3:**  $I_{OH}$  and  $I_{OL}$  are tested one output at a time.

DC Electrical Characteristics CD4069UBC (Note 2)										
Symbol	Parameter	Conditions	− 40°C		+ 25°C			+ 85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I <sub>DD</sub>	Quiescent Device Current	V <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>IN</sub> = V <sub>DD</sub> or V <sub>SS</sub> V <sub>DD</sub> = 10V, V <sub>IN</sub> = V <sub>DD</sub> or V <sub>SS</sub> V <sub>DD</sub> = 15V, V <sub>IN</sub> = V <sub>DD</sub> or V <sub>SS</sub>		1.0 2.0 4.0			1.0 2.0 4.0		7.5 15 30	μA μA μA
V <sub>OL</sub>	Low Level Output Voltage	I <sub>O</sub>   < 1 μA V <sub>DD</sub> = 5V V <sub>DD</sub> = 10V V <sub>DD</sub> = 15V		0.05 0.05 0.05		0 0 0	0.05 0.05 0.05		0.05 0.05 0.05	V V V
V <sub>OH</sub>	High Level Output Voltage	I <sub>O</sub>   < 1 μA V <sub>DD</sub> = 5V V <sub>DD</sub> = 10V V <sub>DD</sub> = 15V	4.95 9.95 14.95		4.95 9.95 14.95			4.95 9.95 14.95		V V V
V <sub>IL</sub>	Low Level Input Voltage	I <sub>O</sub>   < 1 μA V <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>O</sub> = 4.5V V <sub>DD</sub> = 10V, V <sub>O</sub> = 9V V <sub>DD</sub> = 15V, V <sub>O</sub> = 13.5V		1.0 2.0 3.0			1.0 2.0 3.0		1.0 2.0 3.0	V V V
V <sub>IH</sub>	High Level Input Voltage	I <sub>O</sub>   < 1 μA V <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>O</sub> = 0.5V V <sub>DD</sub> = 10V, V <sub>O</sub> = 1V V <sub>DD</sub> = 15V, V <sub>O</sub> = 1.5V	4.0 8.0 12.0		4.0 8.0 12.0			4.0 8.0 12.0		V V V
I <sub>OL</sub>	Low Level Output Current (Note 3)	V <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>O</sub> = 0.4V V <sub>DD</sub> = 10V, V <sub>O</sub> = 0.5V V <sub>DD</sub> = 15V, V <sub>O</sub> = 1.5V	0.52 1.3 3.6		0.44 1.1 3.0	0.88 2.25 8.8		0.36 0.9 2.4		mA mA mA
I <sub>OH</sub>	High Level Output Current (Note 3)	V <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>O</sub> = 4.6V V <sub>DD</sub> = 10V, V <sub>O</sub> = 9.5V V <sub>DD</sub> = 15V, V <sub>O</sub> = 13.5V	− 0.52 − 1.3 − 3.6		− 0.44 − 1.1 − 3.0	− 0.88 − 2.25 − 8.8		− 0.36 − 0.9 − 2.4		mA mA mA
I <sub>IN</sub>	Input Current	V <sub>DD</sub> = 15V, V <sub>IN</sub> = 0V V <sub>DD</sub> = 15V, V <sub>IN</sub> = 15V		− 0.30 0.30		− 10 <sup>−5</sup> 10 <sup>−5</sup>	− 0.30 0.30		− 1.0 1.0	μA μA

### AC Electrical Characteristics\*

T<sub>A</sub> = 25°C, C<sub>L</sub> = 50 pF, R<sub>L</sub> = 200 kΩ, t<sub>r</sub> and t<sub>f</sub> ≤ 20 ns, unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t <sub>PHL</sub> or t <sub>PLH</sub>	Propagation Delay Time from Input to Output	V <sub>DD</sub> = 5V		50	90	ns
		V <sub>DD</sub> = 10V		30	60	ns
		V <sub>DD</sub> = 15V		25	50	ns
t <sub>THL</sub> or t <sub>TLH</sub>	Transition Time	V <sub>DD</sub> = 5V		80	150	ns
		V <sub>DD</sub> = 10V		50	100	ns
		V <sub>DD</sub> = 15V		40	80	ns
C <sub>IN</sub>	Average Input Capacitance	Any Gate		6	15	pF
C <sub>PD</sub>	Power Dissipation Capacitance	Any Gate (Note 4)		12		pF

\*AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

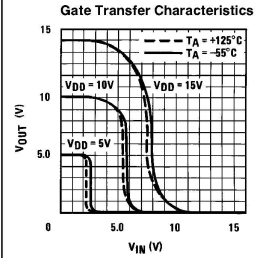
**Note 1:** "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

**Note 2:** V<sub>SS</sub> = 0V unless otherwise specified.

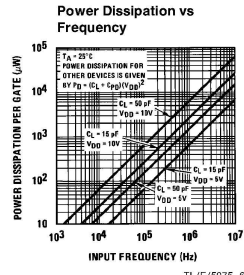
**Note 3:** I<sub>OH</sub> and I<sub>OL</sub> are tested one output at a time.

**Note 4:** C<sub>PD</sub> determines the no load AC power consumption of any CMOS device. For complete explanation, see 54C/74C Family Characteristics application note—AN-90.

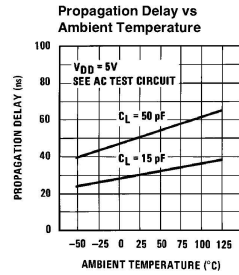
## Typical Performance Characteristics



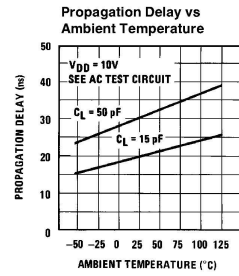
TL/F/5975-5



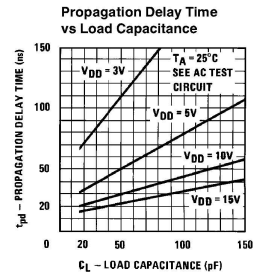
TL/F/5975-6



TL/F/5975-7

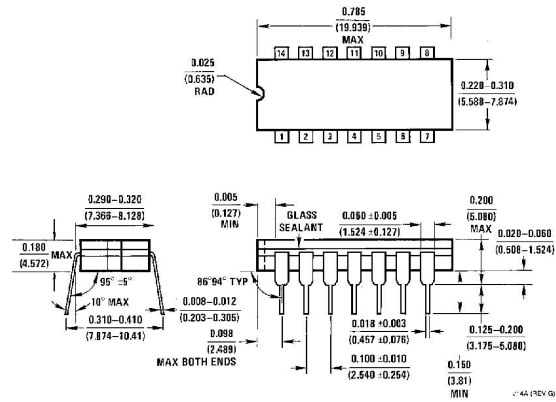


TL/F/5975-8



TL/F/5975-9

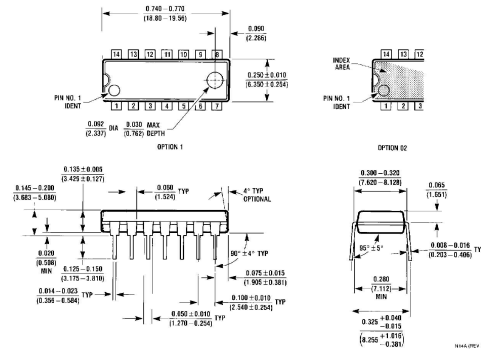
**Physical Dimensions** inches (millimeters)



Ceramic Dual-In-Line Package (J)  
Order Number CD4069UBMJ or CD4069UBCJ  
NS Package Number J14A



# Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)




Molded Dual-In-Line Package (N)  
Order Number CD4069UBMN or CD4069UBCN  
NS Package Number N14A

## LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

 <b>National Semiconductor Corporation</b> 1111 West Garden Road Arlington, TX 76017 Tel: 1(800) 272-9959 Fax: 1(800) 737-7018	<b>National Semiconductor Europe</b> Fax: (+49) 0-180-530 85 86 Email: cnjwge@tevm2.nsc.com Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32 Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80	<b>National Semiconductor Hong Kong Ltd.</b> 13th Floor, Straight Block, Ocean Centre, 5 Canton Rd. Tsimshatsui, Kowloon Hong Kong Tel: (852) 2737-1600 Fax: (852) 2736-9960	<b>National Semiconductor Japan Ltd.</b> Tel: 81-043-299-2309 Fax: 81-043-299-2408
---	---	--	--

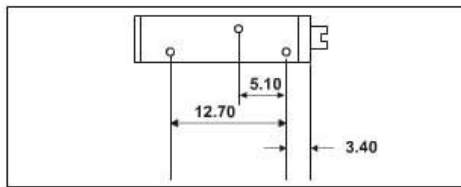
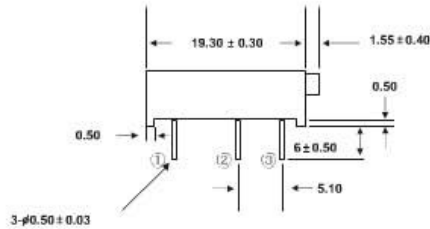
National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

## **Anexo VII – Datasheet do Potenciômetro 3006P**

# DB ELECTRO Inc.

## 4.8×19 Rectangular/Multiturn/Trimming Potentiometer

-- 3006P --

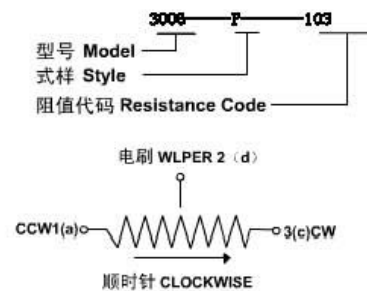


Standard Resistance Table

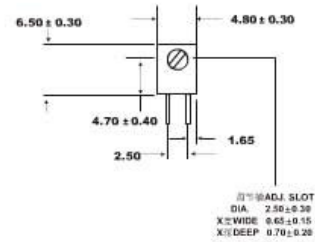
Resistance (Ohms)	Resistance Code
10	100
20	200
50	500
100	101
200	201
500	501
1,000	102
2,000	202
5,000	502
10,000	103
20,000	203
25,000	253
50,000	503
100,000	104
200,000	204
250,000	254
500,000	504
1,000,000	105
2,000,000	205

Special resistances available

How To Order



图中公式：除注明外均为 ±0.25  
Tolerance is ± 0.25 if no identification



### Electrical Characteristics

Standard Resistance Range .....50Ω ~ 2MΩ  
Resistance Tolerance .....±10%  
Absolute Minimum Resistance .....≤1%R 或 10Ω  
Contact Resistance Variation .....CRV ≤3% 或 5Ω  
Insulation Resistance .....R1 ≥1GΩ(100Vac)  
Withstand Voltage .....640Vac  
Effective Travel .....22 turns nom

### Environmental Characteristics

Power Rating, 315 volts max  
.....0.75W@70°C, 0W@125°C  
Temperature Range .....-55°C ~ 125°C  
Temperature Coefficient .....±250ppm/°C  
Temperature Variation .....-55°C, 30min, +125°C  
.....30min 5cycles  
.....4R ≤5%R, 4(Uab/Uac) ≤5%  
Vibration .....10 ~ 500Hz, 0.75mm, 6h,  
.....4R ≤2%R, 4(Uab/Uac) ≤3%R  
Collision .....390m/s<sup>2</sup>, 4000 cycles,  
.....4R ≤2%R  
Electrical Endurance at 70°C .....0.75W@70°C  
.....1000h, 4R ≤5%R, CRV ≤3% or 5Ω  
Rotational Life .....200 cycles  
.....4R ≤10%R, CRV ≤3% or 5Ω

www.dblectro.com

## **Anexo VIII – Datasheet do Reed Switch**

# REED SWITCH

## ORD211

**General Purpose Ultraminiature (Low-level Load 24 V Max.)**

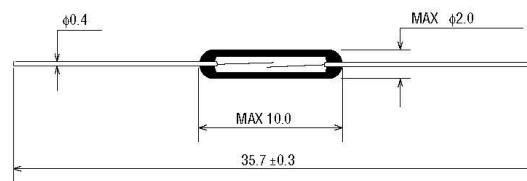
### GENERAL DESCRIPTION

The ORD211 is a small single-contact reed switch designed for general control of low-level loads less than 24 V. The contacts are sealed within the glass tube with inert gas to maintain contact reliability.

### Features

- (1) Reed contacts are hermetically sealed within a glass tube with inert gas and do not receive any influence from the external atmospheric environment.
- (2) Quick response
- (3) The structure comprises an operating system and electrical circuits coaxially. Reed switches are suited to applications in radio frequency.
- (4) Reed switches are compact and light weight.
- (5) Superior corrosion resistance and wear resistance of the contacts assures stable switching operation and long life.
- (6) With a permanent magnet installed, reed switches economically and easily become proximity switches.

### External Dimensions (Unit:mm)



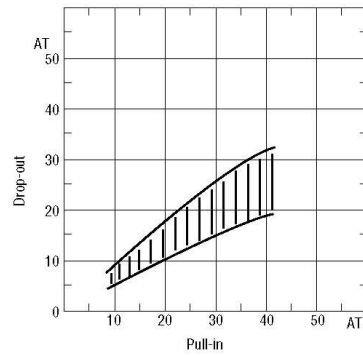
### APPLICATIONS OF REED SWITCHES

1. Automotive electronic devices
2. Control equipment
3. Communication equipment
4. Measurement equipment
5. Household appliances

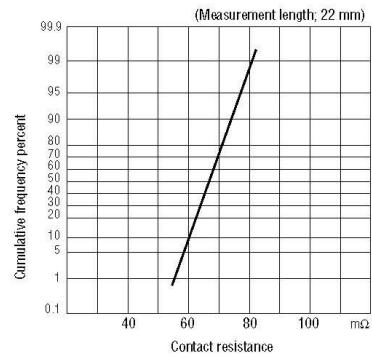
## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Parameter	Symbol	Condition	Rated Value			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Pull-in Value	PI	—	10	—	40	AT
Drop-out Value	DO	—	5	—	—	AT
Contact Resistance	CR	—	—	—	100	mΩ
Breakdown Voltage	—	—	150	—	—	VDC
Insulation Resistance	—	—	$10^9$	—	—	Ω
Electrostatic Capacitance	—	—	—	—	0.2	pF
Contact Rating	—	—	—	—	1.0	VA
Maximum Switching Voltage	—	—	—	—	24 <sup>DC</sup> <sub>AC</sub>	V
Maximum Switching Current	—	—	—	—	0.1	A
Maximum Carry Current	—	—	—	—	0.3	A

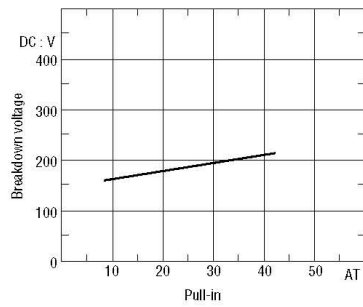
(1) Drop-out vs. Pull-in



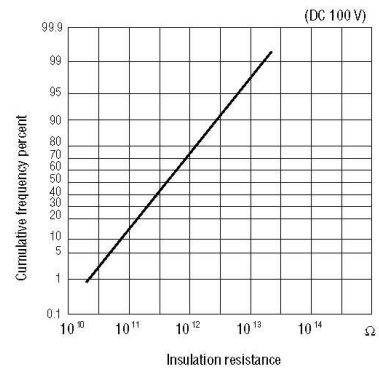
(2) Contact resistance



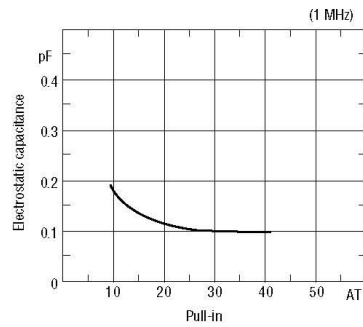
## (3) Breakdown voltage



## (4) Insulation resistance



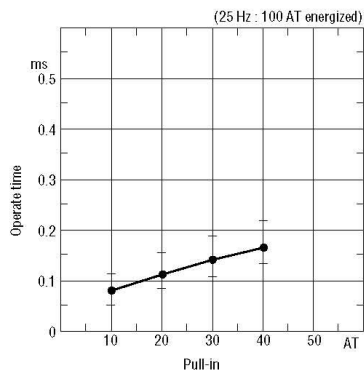
## (5) Electrostatic capacitance



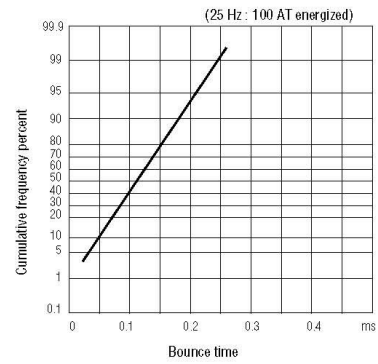
# OPERATING CHARACTERISTICS

Parameter	Rated Value			Unit
	Min.	Typ.	Max.	
Operate Time	—	—	0.3	ms
Bounce Time	—	—	0.3	ms
Release Time	—	—	0.05	ms
Resonant Frequency	7000	7500	8000	Hz
Maximum Operating Frequency	—	—	500	Hz

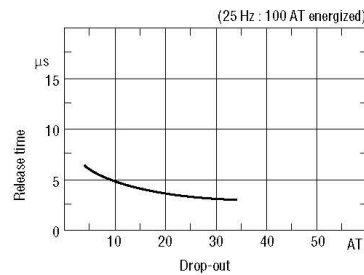
(1) Operate time



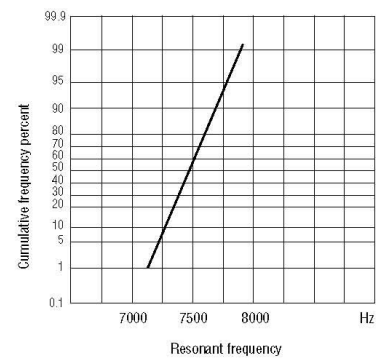
(2) Bounce time



(3) Release time



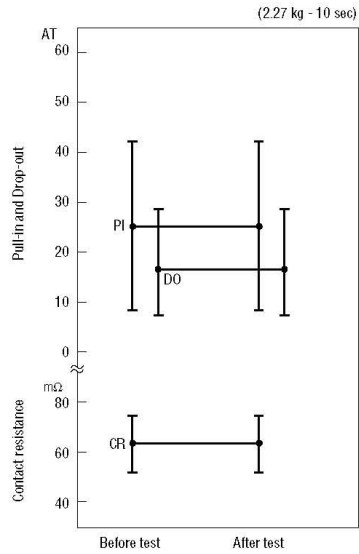
(4) Resonant frequency



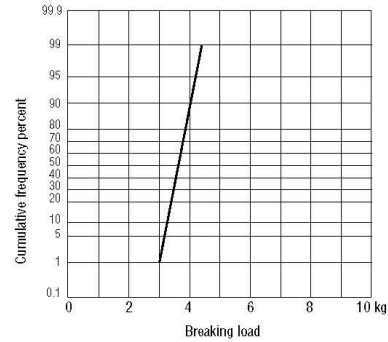


## MECHANICAL CHARACTERISTICS

(1) Lead tensile test (static load)

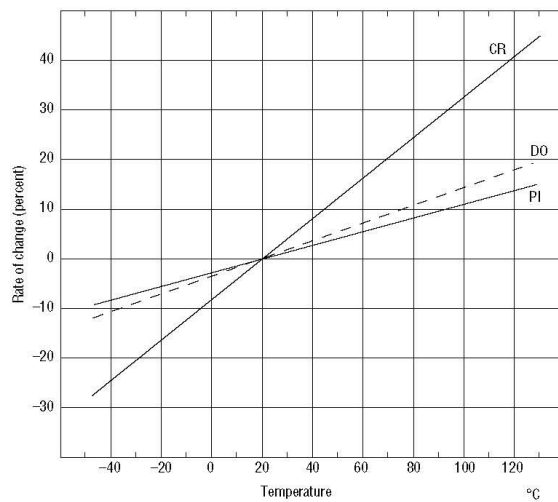


(2) Lead tensile strength

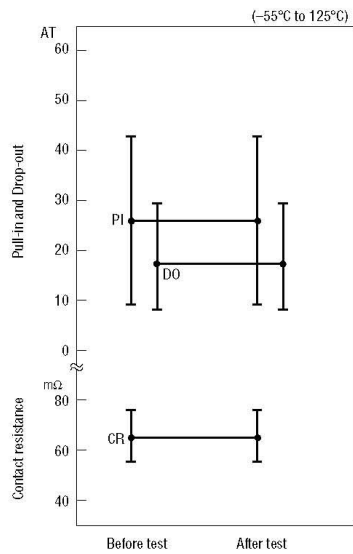


## ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

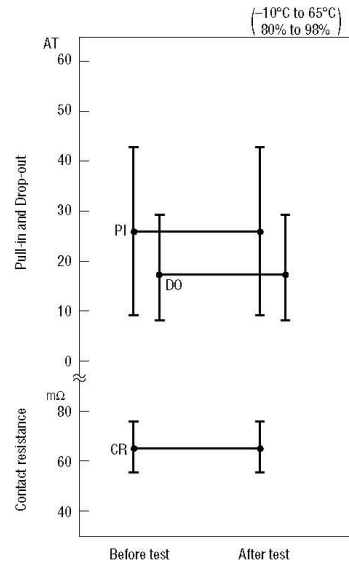
(1) Temperature characteristics



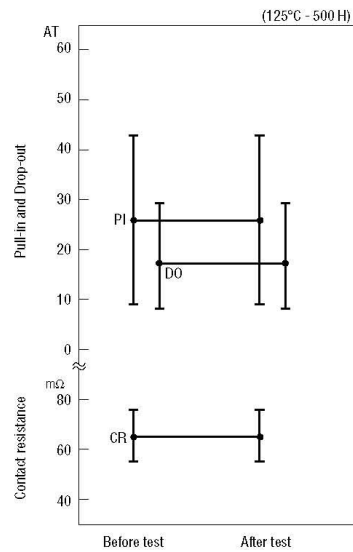
(2) Temperature cycle



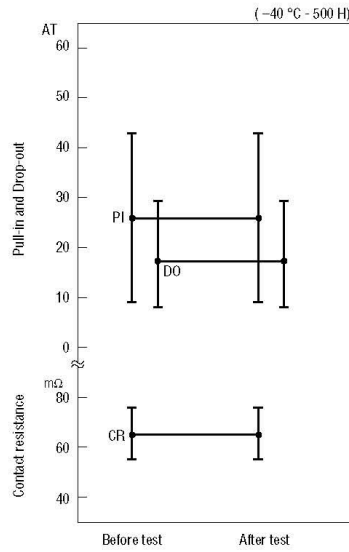
(3) Temperature and humidity cycle



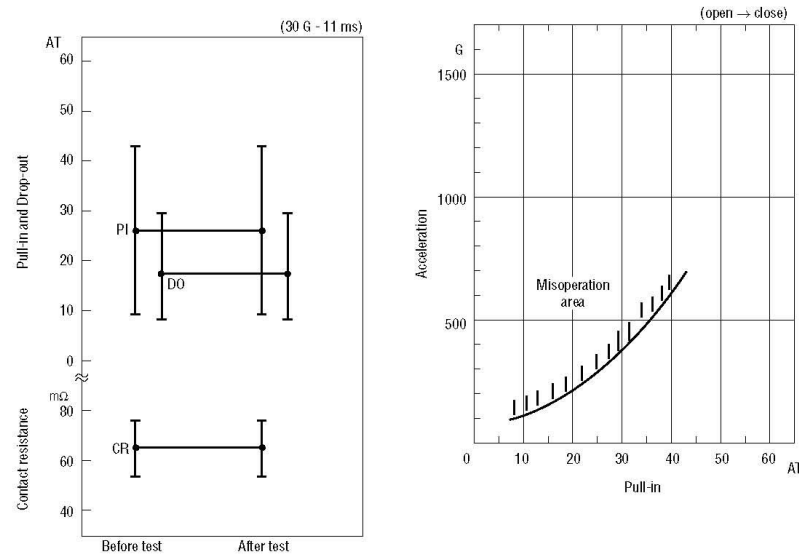
(4) High temperature storage test



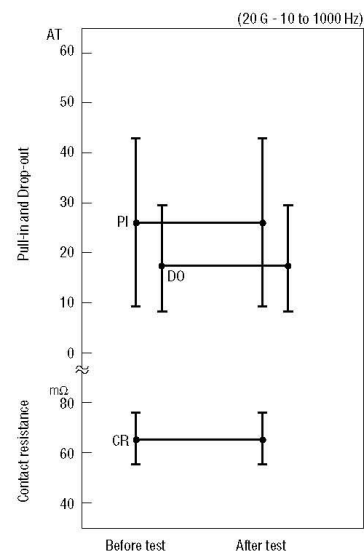
(5) Low temperature storage test



(6) Shock test



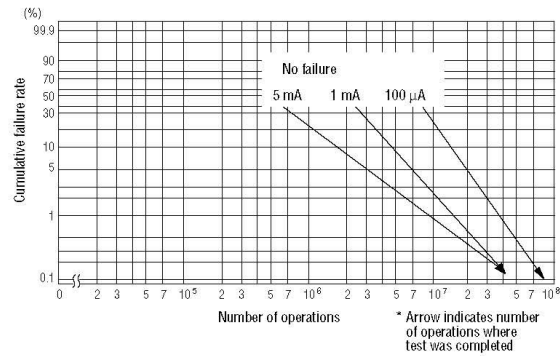
(7) Vibration test



## LIFE EXPECTANCY DATA: ORD211

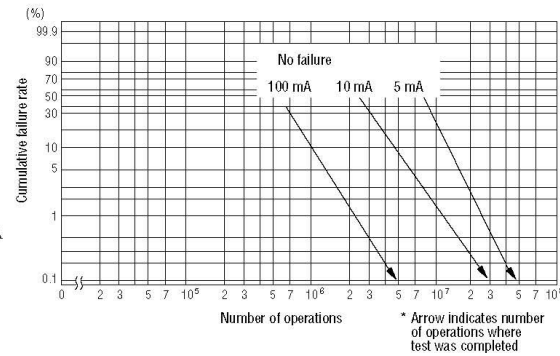
Load conditions

Voltage : 5 VDC  
 Current : 100  $\mu$ A, 1 mA, 5 mA  
 Load : Resistive load



Load conditions

Voltage : 12 VDC  
 Current : 5 mA, 10 mA, 100 mA  
 Load : Resistive load



Load conditions

Voltage : 24 VDC  
 Current : 1 mA, 10 mA, 50 mA  
 Load : Resistive load

